

Rec'd CT/PTO 08 OCT 2004

PCT/JP03/04593

10/510887

18.06.03

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2002年 4月11日

出願番号  
Application Number: 特願2002-109645

[ST. 10/C]: [JP 2002-109645]

出願人  
Applicant(s): 株式会社モリタ製作所

REC'D 08 AUG 2003

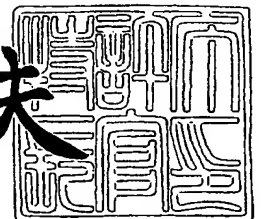
WIPO PAT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 7月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 P020123

【提出日】 平成14年 4月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 6/14

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市伏見区東浜南町 6 8 0 番地 株式会社モリ  
タ製作所内

【氏名】 鈴木 正和

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市伏見区東浜南町 6 8 0 番地 株式会社モリ  
タ製作所内

【氏名】 吉村 隆弘

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市伏見区東浜南町 6 8 0 番地 株式会社モリ  
タ製作所内

【氏名】 吉田 雅信

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市伏見区東浜南町 6 8 0 番地 株式会社モリ  
タ製作所内

【氏名】 大塚 正則

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市伏見区東浜南町 6 8 0 番地 株式会社モリ  
タ製作所内

【氏名】 吉川 英基

【特許出願人】

【識別番号】 000138185

【氏名又は名称】 株式会社モリタ製作所

## 【代理人】

【識別番号】 100087664

【弁理士】

【氏名又は名称】 中井 宏行

【電話番号】 0797-81-3240

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015532

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9801658

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 X線CT撮影装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】

被写体を挟むようにX線発生器と2次元X線イメージセンサとを対向配置し、前記被写体の所望の厚みを有する第1のX線断層撮影を行うと共に、被写体の撮影関心領域のCT撮影を行う第2のX線断層撮影を行うX線CT撮影装置であって、

前記被写体の第1のX線断層撮影が、被写体保持手段によって前記被写体を保持固定し、X線の旋回照射中に、X線旋回中心は固定し、被写体移動手段によって前記被写体保持手段を前記旋回照射の旋回角度に応じてX線断層画像形成軌道に沿って移動させることにより行われることを特徴とするX線CT撮影装置。

【請求項2】

請求項1に記載のX線CT撮影装置において、

前記第1のX線断層撮影で得られた被写体の第1のX線断層画像を表示し、この第1のX線断層画像上で前記第2のX線断層撮影をすべき撮影関心領域を選択可能とする表示選択手段と、前記表示選択手段によって選択された撮影関心領域に前記X線旋回中心が固定されるように前記被写体保持手段を移動させる中心移動データを算出する旋回中心位置算出手段とを備え、この中心移動データに基づいて前記被写体移動手段によって前記被写体を移動させて前記撮影関心領域に前記X線旋回中心を固定して前記撮影関心領域の第2のX線断層撮影を行うようにしたことを特徴とするX線CT撮影装置。

【請求項3】

請求項1または2のいずれかに記載のX線CT撮影装置において、

前記被写体保持手段が、患者を座位に保持する椅子を備え、前記被写体移動手段が、少なくとも前記被写体保持手段を相互に直交するX軸、Y軸方向に移動させるパルスモータを備えていることを特徴とするX線CT撮影装置。

【請求項4】

被写体を挟むようにX線発生器と2次元X線イメージセンサとを対向配置し、

前記被写体の所望の厚みを有する第1のX線断層撮影を行うと共に、前記被写体の撮影関心領域のCT撮影を行う第2のX線断層撮影を行うX線CT撮影装置であって、

前記被写体を保持固定する被写体保持手段と、前記第1のX線断層撮影で得られた被写体の第1のX線断層画像を表示し、この第1のX線断層画像上で前記第2のX線断層撮影をすべき撮影関心領域を選択可能とする表示選択手段と、前記表示選択手段によって選択された撮影関心領域に前記X線旋回中心が固定されるように前記被写体保持手段を移動させる中心移動データを算出する旋回中心位置算出手段とを備え、

この中心移動データに基づいて、撮影領域移動手段によって前記被写体保持手段と前記X線旋回中心とを相対的に移動させることで前記撮影関心領域に前記X線旋回中心を固定して前記第2のX線断層撮影を行うようにしたことを特徴とするX線CT撮影装置。

#### 【請求項5】

請求項2から4のいずれかに記載のX線CT撮影装置において、

前記X線CT撮影装置で得られた被写体の第1のX線断層画像上での撮影関心領域の選択を、前記第1のX線断層画像に表示された位置ガイド指標を選択することによって行うことを特徴とするX線CT撮影装置。

#### 【請求項6】

請求項2から4のいずれかに記載のX線CT撮影装置において、

前記X線CT撮影装置で得られた被写体の第1のX線断層画像上での撮影関心領域の選択を、前記第1のX線断層画像上を移動可能とされ、前記撮影関心領域を模式的に表す撮影関心領域指標を移動することによって行うことを特徴とするX線CT撮影装置。

#### 【請求項7】

請求項1から6のいずれかに記載のX線CT撮影装置において、

前記2次元X線イメージセンサとして、CdTe系、MOS、CCD、XII、XICCDなどの2次元半導体センサを用いることを特徴とするX線CT撮影装置。

**【請求項 8】**

請求項 1 から 7 のいずれかに記載の X 線 C T 撮影装置において、

前記 X 線の旋回照射の撮影開始角度、撮影終了角度を、第 1 の X 線断層撮影あるいは前記第 2 の X 線断層撮影に対応させて、患者が前記 X 線 C T 撮影装置に入退しやすい角度に設定していることを特徴とする X 線 C T 撮影装置。

**【請求項 9】**

請求項 1 から 8 のいずれかに記載の X 線 C T 撮影装置において、

前記第 1 の X 線断層撮影が、曲面 X 線断層撮影及び／若しくは平面 X 線断層撮影であることを特徴とする X 線 C T 撮影装置。

**【請求項 10】**

請求項 9 に記載の X 線 C T 撮影装置において、

前記曲面 X 線断層撮影が歯科用パノラマ撮影または耳鼻科用の曲面断層撮影であることを特徴とする X 線 C T 撮影装置。

**【請求項 11】**

請求項 1 から 10 のいずれかに記載の X 線 C T 撮影装置において、

前記 X 線 C T 撮影装置が局所 X 線 C T 撮影装置であることを特徴とする X 線 C T 撮影装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、X 線旋回中心を被写体内部の撮影関心領域に固定させ、この撮影関心領域だけに X 線を旋回照射し、この撮影関心領域の X 線吸収係数を再構成した X 線画像である第 2 の X 線断層画像を生成することができる X 線 C T 撮影装置でありながら、この被写体の曲面 X 線断層画像や平面 X 線断層画像などの第 1 の X 線断層画像も生成することができる X 線 C T 撮影装置に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

歯科診療など、人体頭部のような比較的小さい被写体のごく一部、例えば 1、2 本の歯牙だけを C T 画像の欲しい局所、つまり撮影関心領域とする分野では、

X線旋回中心をこの撮影関心領域に固定させ、この撮影関心領域だけにX線を旋回照射し、この撮影関心領域のX線吸収係数の画像を生成することができる、X線CT撮影装置は、患者へのX線被爆線量が、従来より大幅に少なく、旋回軸は垂直となり装置が小型化できるので、近年多用されている。

#### 【0003】

この分野では、歯列弓全体の曲面断層領域の透過X線画像である曲面X線断層画像への需要も大きく、X線CT撮影装置でありながら、曲面X線断層画像の撮影も可能なX線CT撮影装置も提供されている。なお、この歯列弓全体の曲面断層領域の曲面X線断層画像を歯科用X線パノラマ画像という。

#### 【0004】

例えば、特開平10-225455号公報に記載されたX線CT撮影装置は、本出願人によるものであり、曲面X線断層撮影は、X線照射中にX線旋回中心を移動させて行い、CT撮影の場合は、被写体のうちCT画像の欲しい局所、つまり撮影関心領域にX線旋回中心を固定して撮影を行うものであったが、曲面断層撮影のためにX線旋回中心を移動可能としているため、CT撮影時の旋回中心固定に必要な機械的な精度保持をギアのバックラッシュ等により厳格に行うことが出来ず、X線旋回中心の中心ブレによるCT画像への精度的影響が無視出来ないもので、曲面断層撮影装置とCT撮影装置とを兼用可能とするものの影響がCT撮影に生じているものであった。

#### 【0005】

また、特開2000-139902号公報に記載されたX線CT撮影装置も、本出願人によるものであり、曲面断層撮影の場合には、X線旋回中心を従来の曲面X線断層画像を得るために必要なX線の軌跡を全て含むような仮想局所部位の中心に固定させて、この仮想局所部位にX線コーンビームを照射して、得られたX線透過画像を繋ぎ合わせることによって、従来と同様の曲面X線断層画像を得ることができるものであった。

#### 【0006】

しかしながら、この装置では、X線コーンビームを照射させるためのX線スリットの制御が煩雑であり、また、歯列弓の部位によって、X線旋回中心と歯牙と

の間の距離が異なるため、全体として同じ大きさの画像を得るために拡大率の調整が必要となっていた。

【0007】

また、この装置では、X線透過画像を逆射影して、歯列弓の3次元的なX線吸収係数を算出し、これを再構成して曲面X線断層画像を得ることも可能であるが、この場合には、処理時間の長さが問題となっていた。

【0008】

それゆえに、この装置では、X線CT撮影を主体としたために、その影響が曲面断層撮影に生じているものであった。

【0009】

つまり、上記いずれのX線CT撮影装置も、X線CT撮影装置でありながら、曲面断層撮影も可能なものであるが、従来の曲面断層、X線CT単能機と全く同様に、あるいは、より良好に、曲面断層撮影とX線CT撮影との双方を可能とするものではなかった。また、被写体を装置にセットしたまま、曲面断層撮影の結果を利用して局所X線CT撮影を行うといった、双方の撮影の巧みな関係を可能とするものではなかった。

【0010】

また、本出願人の出願になる特公平2-29329号公報では、X線増倍管よりなるX線イメージセンサを用いて歯列弓のパノラマX線撮影を行うX線撮影装置を提案している。この装置においては、歯列弓に沿った曲面のパノラマX線撮影を行えるもののX線CT撮影は行えないものであった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、このような問題を解決しようとするもので、曲面断層撮影や平面断層撮影などの第1のX線断層撮影とCT撮影である第2のX線断層撮影とが可能な複合機でありながら、従来と同様に第1と第2の断層撮影が可能であり、また、これらの断層撮影の巧みな関係が可能な、つまり、第1と第2の断層撮影の有機的な一体化を実現するX線CT撮影装置を提供することを目的とする。

【0012】

**【課題を解決するための手段】**

請求項 1 に記載の X 線 C T 撮影装置は、被写体を挟むように X 線発生器と 2 次元 X 線イメージセンサとを対向配置し、前記被写体の所望の厚みを有する第 1 の X 線断層撮影を行うと共に、被写体の撮影関心領域の C T 撮影を行う第 2 の X 線断層撮影を行う X 線 C T 撮影装置であって、

前記被写体の第 1 の X 線断層撮影が、被写体保持手段によって前記被写体を保持固定し、X 線の旋回照射中に、X 線旋回中心は固定し、被写体移動手段によって前記被写体保持手段を前記旋回照射の旋回角度に応じて X 線断層画像形成軌道に沿って移動させることにより行われることを特徴とする。

**【0013】**

ここで、第 1 の X 線断層撮影とは、被写体に対して、所望の厚みを有する断層面を想定し、この断層面に被写体の X 線透過画像がほぼ垂直範囲内で異なる方向から投影されるように X 線を照射する撮影方法をいい、こうして生成される画像を第 1 の X 線断層画像という。歯科分野において、この被写体を歯列弓とし、所定断層面を、この歯列弓に設定された曲面断層面として行う撮影を特に歯科用パノラマ撮影といい、こうして生成される画像を歯科用 X 線パノラマ画像という。また、顎関節の曲面断層写真を得るための撮影や、耳鼻科における耳小骨部分の曲面断層撮影なども含まれる。

**【0014】**

また、第 1 の X 線断層撮影には、歯列弓に直交したり歯列弓の接線方向等に沿う所望の厚みを有する平面断層面の画像を取得する撮影を行うクロスセクション撮影やタンジェンシャル撮影などの X 線平面断層撮影も含まれる。

**【0015】**

このように第 1 の X 線断層撮影は、歯牙、歯列弓、顎関節、耳小骨等の被撮影対象の厚みとほぼ対応する断層厚みを有する X 線断層の撮影を行うものである。

**【0016】**

第 2 の X 線断層撮影とは、被写体の撮影関心領域の C T 撮影をいう。

**【0017】**

X 線旋回中心とは、対向配置された X 線発生器と 2 次元 X 線イメージセンサと

が被写体の回りを旋回しながらX線を被写体に対して旋回照射する際の旋回を中心をいう。

#### 【0018】

このX線CT撮影装置は、X線旋回中心を固定して旋回照射する構成の装置において良好な上記記載の第1のX線断層画像を得るために、X線の旋回照射中に、被写体移動手段で、被写体を保持固定した被写体保持手段を旋回アームの旋回角度に応じて第1のX線断層画像形成軌道に沿って移動させるようにしたものである。

#### 【0019】

したがって、本装置の第1のX線断層撮影では、X線旋回中心は保持固定されたままなので、旋回中心のブレが発生せず、このブレによる第2のX線断層撮影つまりX線CT撮影の精度劣化を引き起こすことがなく、また、被写体は第1の断層画像形成軌道に沿って移動することで、拡大率の調整なしに、また逆射影のような時間のかかる処理なしで、この照射で得られるX線透過画像をそのまま繋ぎ合わせて従来と同様の曲面及び又は平面のX線断層画像を短時間で得ることができる。

#### 【0020】

つまり、複合機でありながら、第1と第2の断層撮影の双方を、従来の単能機と同様に行うことができ、第1のX線断層撮影と第2のX線断層撮影との有機的な一体化を実現することができる。

#### 【0021】

請求項2に記載のX線CT撮影装置は、請求項1に記載のX線CT撮影装置において、前記第1のX線断層撮影で得られた被写体の第1のX線断層画像を表示し、この第1のX線断層画像上で前記第2のX線断層撮影をすべき撮影関心領域を選択可能とする表示選択手段と、前記表示選択手段によって選択された撮影関心領域に前記X線旋回中心が固定されるように前記被写体保持手段を移動させる中心移動データを算出する旋回中心位置算出手段とを備え、この中心移動データに基づいて前記被写体移動手段によって前記被写体を移動させて前記撮影関心領域に前記X線旋回中心を固定して前記撮影関心領域の第2のX線断層撮影を行う

ようにしたことを特徴とする。

#### 【0022】

このX線CT撮影装置は、請求項1の方法で得られた第1のX線断層画像上で、より詳細な情報を必要とする撮影関心領域を選択すると、旋回中心位置算出手段によって与えられた中心移動データにより、被写体移動手段が、この選択された撮影関心領域の所定点にX線旋回中心が固定されるように被写体保持手段、つまり被写体を移動させる。

#### 【0023】

この構成によると、第1のX線断層撮影を開始してから、被写体の選択された撮影関心領域のCT撮影を完了するまでの時間が非常に短くなるので、患者に負担を与えることなく、被写体保持手段に被写体を保持固定したままで、前記第1のX線断層撮影に引き続いてCT撮影すべき関心領域の特定と撮影関心領域のCT撮影まで行うことができ、第1のX線断層撮影とCT撮影つまり第2のX線断層撮影の巧みな連係が可能となり、第1と第2の断層撮影の有機的な一体化を機械的精度良く実現することができる。

#### 【0024】

これは、X線CT撮影装置が、画像をデジタル処理して素早く画像化することができるという点と、そのようなX線CT撮影装置で、逆射影しない直接の繋ぎ合わせで第1のX線断層画像が短時間で生成できる点、またこうしてデジタル的に処理された第1のX線断層画像データには旋回角度データが含まれているので、この画像上の撮影関心領域を選択することで、この撮影関心領域に対応した旋回角度データと被写体の統計的形状データから、この撮影関心領域の被写体内部における位置を算出し、上記移動データを得ることができるという点を巧みに組み合わせたものである。

#### 【0025】

請求項3に記載のX線CT撮影装置は、請求項1または2のいずれかに記載のX線CT撮影装置において、前記被写体保持手段が、患者を座位に保持する椅子を備え、前記被写体移動手段が、少なくとも前記被写体保持手段を相互に直交するX軸、Y軸方向に移動させるパルスモータを備えていることを特徴とする。

## 【0026】

このX線CT撮影装置は、被写体保持手段の構成と、被写体移動手段の構成を実施例に合わせて限定したものであり、請求項1または2の効果を確実に発揮する装置を容易に実現することができる。

## 【0027】

また、被写体保持手段の構成を具体的に規定したもので、いわゆる縦型の撮影装置として、患者を椅子に座らせ、その頭部を固定保持して、この頭部を被写体として撮影する場合に好適に用いることができる。なお、横型の場合、被写体保持手段は、患者を臥位で保持するベッド形式のものとされる。

## 【0028】

請求項4に記載のX線CT撮影装置は、被写体を挟むようにX線発生器と2次元X線イメージセンサとを対向配置し、前記被写体の所望の厚みを有する第1のX線断層撮影を行うと共に、前記被写体の撮影関心領域のCT撮影を行う第2のX線断層撮影を行うX線CT撮影装置であって、

前記被写体を保持固定する被写体保持手段と、前記第1のX線断層撮影で得られた被写体の第1のX線断層画像を表示し、この第1のX線断層画像上で前記第2のX線断層撮影をすべき撮影関心領域を選択可能とする表示選択手段と、前記表示選択手段によって選択された撮影関心領域に前記X線旋回中心が固定されるように前記被写体保持手段を移動させる中心移動データを算出する旋回中心位置算出手段とを備え、この中心移動データに基づいて、撮影領域移動手段によって前記被写体保持手段と前記X線旋回中心とを相対的に移動させることで前記撮影関心領域に前記X線旋回中心を固定して前記第2のX線断層撮影を行うようにしたことを特徴とする。

## 【0029】

このX線CT撮影装置は、請求項2の特徴とする旋回中心位置算出手段からの中心移動データに基づいて、X線旋回中心位置を移動させるに当たり被写体保持手段による移動の方法に限定しないで、被写体は固定のままでX線発生器と2次元X線イメージセンサとの位置の移動の双方を可能とする複合機に適用したものであり、第1の断層撮影と第2の断層撮影の巧みな連係を可能とし、第1の断層

撮影と第2の断層撮影との有機的な一体化を実現することができるという請求項2の効果をより広い範囲のX線CT複合機において発揮させることができる。

#### 【0030】

請求項5に記載のX線CT撮影装置は、請求項2から4のいずれかに記載のX線CT撮影装置において、前記X線CT撮影装置で得られた被写体の第1のX線断層画像上での撮影関心領域を選択を、前記第1のX線断層画像に表示された位置ガイド指標を選択することによって行うことを特徴とする。

#### 【0031】

このX線CT撮影装置は、撮影関心領域の選択を、第1のX線断層画像に表示された位置ガイド指標の内、撮影したい部分にあるものを選択することによって行うもので、この位置ガイド指標が目安となって、選択を容易に行うことができる。

#### 【0032】

請求項6に記載のX線CT撮影装置は、請求項2から4のいずれかに記載のX線CT撮影装置において、前記X線CT撮影装置で得られた被写体の第1のX線断層画像上での撮影関心領域の選択を、前記第1のX線断層画像上を移動可能とされ、前記撮影関心領域を模式的に表す撮影関心領域指標を移動することによって行うことを特徴とする。

#### 【0033】

このX線CT撮影装置は、撮影関心領域の選択を、曲面X線断層画像に表示された撮影関心領域指標を、撮影したい部分に移動することによって行うもので、この撮影関心領域指標が目安となって、選択を容易に行うことができる。ここで、撮影関心領域指標は、撮影関心領域の実際の形状を模したものであってもよく、コンピュータの表示画面上で、位置指定の手段として用いられるマウスのポインタ（矢印や十字印など）であってもよい。

#### 【0034】

請求項7に記載のX線CT撮影装置は、請求項1から6のいずれかに記載の曲面断層撮影機能付きX線CT撮影装置において、前記2次元X線イメージセンサとして、CdTe系、MOS、CCD、XII、XICCDなどの2次元半導体

センサを用いることを特徴とする。

【0035】

このX線CT撮影装置は、2次元X線イメージセンサの素材を本発明の効果が発揮されるように、具体的に規定したものであり、請求項1から6の効果を発揮させるX線CT撮影装置を容易に構成することができる。

【0036】

請求項8に記載のX線CT撮影装置は、請求項1から7のいずれかに記載のX線CT撮影装置において、前記X線の旋回照射の撮影開始角度、撮影終了角度を、CT撮影あるいは曲面断層撮影に対応させて、患者が前記X線CT撮影装置に入退しやすい角度に設定していることを特徴とする。

【0037】

このX線CT撮影装置は、旋回アームの撮影開始角度、撮影終了角度を患者が入退しやすい角度に設定しており、旋回アームは、撮影前には、自動的に、この撮影開始角度に、撮影後には撮影終了角度に位置されるので、患者の入退の邪魔にならず、便利である。

【0038】

請求項9に記載のX線CT撮影装置は、請求項1から8のいずれかに記載のX線CT撮影装置において、前記第1の断層撮影が、曲面断層撮影及び／若しくは平面断層撮影であることを特徴とするX線CT撮影装置である。

【0039】

このX線CT撮影装置は、第1のX線断層撮影の内容を、具体的に、曲面断層撮影及び若しくは平面断層撮影に限定したものであり、それぞれの断層撮影について、上記請求項1から8の効果を発揮する。

【0040】

請求項10に記載のX線CT撮影装置は、請求項9に記載のX線CT撮影装置において、前記曲面X線断層撮影が歯科用パノラマ撮影または耳鼻科用の曲面断層撮影であることを特徴とする。

【0041】

このX線CT撮影装置は、曲面X線断層撮影の内容を、具体的に、歯科用パノ

ラマ撮影あるいは耳鼻科用曲面断層撮影に限定したものであり、歯科用の場合は、歯列弓の曲面断層撮影について、耳鼻科用の場合は、例えば、耳小骨などの曲面断層撮影について、上記請求項 1 から 8 の効果を発揮する。

#### 【0042】

請求項 11 に記載の X 線 CT 撮影装置は、請求項 1 から 10 のいずれかに記載の X 線 CT 撮影装置において、前記 X 線 CT 撮影装置が局所 X 線 CT 撮影装置であることを特徴とする。

#### 【0043】

この X 線 CT 撮影装置は、装置の構成が特に撮影関心領域だけに局所照射を行う局所 X 線撮影装置であることを明確にしたものであり、上記請求項 1 から 8 の効果を局所 X 線撮影装置として発揮する。

#### 【0044】

#### 【発明の実施の形態】

以下に、添付図を用いながら、本発明の実施の形態について説明する。

#### 【0045】

図 1 は、本発明の X 線 CT 撮影装置の一例の全体構成図である。

#### 【0046】

この X 線 CT 撮影装置 20 は、X 線発生器 1 と 2 次元 X 線イメージセンサ 2 とを対向した状態で吊り下げ配置している旋回アーム 3、被写体を保持固定する被写体保持手段 4、被写体保持手段 4 を水平移動させる被写体移動手段 5、X 線画像の処理に加え、本装置の全体を制御している画像処理手段 9、主フレーム 10、本装置 20 の操作のための操作ガイドなどを簡易に表示する表示手段 11b を備え、この表示手段 11b の表示に従って、撮影操作を行うための操作パネル 10e を有した操作部 11などを備えている。

#### 【0047】

X 線発生器 1 は、発生する X 線ビームのエネルギーなどを調整し、所望のビーム幅の X 線コーンビーム 1a が放射できるようにする X 線ビームコントローラ 1b を備えている。

#### 【0048】

2次元X線イメージセンサ2は、X線発生器1から照射され被写体を透過したX線を受光検知し、このX線透過画像データをアナログ電気データとして、あるいは、それ自身でA/D変換器を備える場合にはデジタルデータとして出力するもので、カドミウムテルル(CdTe系)やMOSセンサ、シンチレータとガラスファイバとCCDとを組み合わせたCCDイメージセンサ、XII、XICCDなどの公知のX線2次元イメージセンサが使用できるが、ここでは、XIIを用い、アナログデータが出力されるものとする。

#### 【0049】

このXIIは、表面に設けたシンチレータ層に当たったX線が可視光に変換され、この可視光を光電変換器により電子に変換し電子増倍して、この電子を蛍光体により可視光に変換しレンズを通して2次元配列されたCCD(固体撮像素子)カメラで撮影する構成である。

#### 【0050】

また、これらの2次元イメージセンサは、非常に高価であり小型のものしかあまり流通していない。しかし、人体頭部が全て受光検出出来る程度のサイズの2次元イメージセンサを使用すれば、CT撮影する際も局所に拘ることなくX線撮影できるが、この場合もX線被爆を最小限にとどめる観点からX線CT撮影する場合は、撮影関心領域に限定してX線照射することが必要であり、その場合は、X線発生器から照射されるX線ビームの形状を決めるX線ビームコントローラーでX線照射範囲を最小限に決めることになる。

#### 【0051】

旋回アーム3には、そのX線旋回中心3aがXYZ方向つまり水平垂直方向には動かないようになっており、アーム回転モータ31だけが設けられ、旋回アーム3はX線旋回中心3aの周りに等速あるいは可変速で旋回できるようになっている。

#### 【0052】

ここで、旋回アーム3のX線旋回中心3a、つまり、旋回軸が鉛直に設けられ、旋回アーム3が水平に回転し、X線コーンビーム1aが水平に局所照射されるので、装置を占有床面積の少ない縦型として構成することができる。

## 【0053】

このアーム回転モータ31は、旋回アーム3の旋回駆動手段を構成しており、サーボモータや、パルスモータなどのように、その回転速度、回転位置を自由に制御することができるモータを用い、また、旋回アーム3のX線旋回中心3aに軸直結で設置されている。

## 【0054】

したがって、旋回アーム3を旋回中心3aの周りに回転をさせることができるとともに、その回転位置も時間軸に沿って知ることができるので、タイミングを合わせて、2次元X線イメージセンサ2でX線透過画像を取り出すのに都合がよく、また、芯振れがなく、本発明のX線CT撮影を有効に実施することができる。

## 【0055】

旋回アーム3のX線旋回中心3aの部分は、中空部3bとなっている。回転体の回転中心つまり旋回中心3aを中空部3bとするためには、X線旋回中心3a上に有る関連部品に全て、中空孔を設ける必要があるが、例えば、アーム回転モータ31としては、そのために、中空軸を使用したサーボモータを使用するとよい。

## 【0056】

この中空部3bは、旋回アーム3に吊り下げ配置されたX線発生器1と2次元X線イメージセンサ2と、主フレーム10側に設けた操作部11や画像処理装置9との間の接続線を配置するためのものである。

## 【0057】

回転部分に対して、電気配線を接続する場合、その接続線の配置方法が問題になるが、このように、旋回アーム3のX線旋回中心3a部分を貫通させて接続線を配置すると、回転による捻じれなどの影響を最小限にすることができるとともに、配線の美観上も好ましい効果を得ることができる。

## 【0058】

被写体保持手段4は被写体O（ここでは、患者頭部を例として説明する。）を固定保持するヘッドレスト4aと、このヘッドレスト4aを上下可動に支持し、

患者が腰かける椅子 4 b とから構成されている。

#### 【0059】

被写体保持手段 4 には、この被写体保持手段 4 を左右方向に移動させる X 軸モータ 5 1、前後方向に移動させる Y 軸モータ 5 2、上下方向に移動させる Z 軸モータ 5 3、椅子 4 b に対してヘッドレスト 4 a を上下に移動させるヘッドレストモータ 5 4 からなる被写体移動手段 5 が備えられている。これらのモータ 5 1、5 2、5 3、5 4 は、サーボモータ、パルスモータで構成されている。

#### 【0060】

こうして、被写体 O を椅子 4 b に座らせ、頭部固定手段 4 a で、被写体 O の頭部を固定保持し、被写体移動手段 5 を用いて、被写体 O の撮影基準点と X 線撮影の撮影基準点を一致させる校正を行い、曲面 X 線断層撮影の場合には、X 線の旋回照射中に被写体を所定の軌道にそって移動させ、CT 撮影の場合には、被写体 O の内部の撮影関心領域の中心に旋回アーム 3 の X 線旋回中心 3 a を一致させることができる。

#### 【0061】

また、被写体保持手段 4 は、患者を椅子に座らせ、その頭部をヘッドレストで固定保持して、この頭部を被写体として撮影するものとして構成されるので縦型の撮影装置として、好適に用いることができる。

#### 【0062】

なお、横型の場合、被写体保持手段は、患者を臥位で保持するベッド形式のものとなり、被写体移動手段は、このベッドを X、Y、Z 方向に移動させるものとなる。また、この横型の場合、X 線の旋回照射の回転軸の軸方向も、縦型のような鉛直方向ではなく、水平方向となる。

#### 【0063】

画像処理装置 9 は、画像処理解析にも高速で作動可能な演算プロセッサで構成される演算処理手段 9 a、この演算処理手段 9 a の機能の一つとしての旋回中心位置算出手段 9 b、A/D 変換手段 9 c、フレームメモリ 9 d、演算用メモリ 9 e を備えている。

#### 【0064】

表示選択手段12は、例えばパーソナルコンピュータなどによって構成され、画像処理装置9で得られた曲面X線断層画像や、X線CT撮影による断層画像を表示すると共に、この表示された曲面X線断層画像上などで、画像上の特定部分の位置指定や選択などを行うことができるものである。

#### 【0065】

また、表示選択手段12は通信機能を備え、公衆電話回線などを介して蓄積されたデータ、特に、このX線CT撮影装置20で得られた曲面X線断層画像や、X線CT撮影による断層面画像を、他の装置に送信し、また、他の装置から必要なデータや画像などを受信することができる。更に、表示選択手段12は、外部記録媒体記録再生装置を備え、フロッピーディスク、MO、DVD、CDR、CDRWなどに、上記のデータ、曲面あるいは平面X線断層画像などを記録保存することができる。

#### 【0066】

この画像処理装置9は、このような構成で、X線発生器1、2次元X線イメージセンサ2、各部のモータ31、51、52、53、54、操作部11、表示装置12と接続され、これらからのデータを処理し、制御を行っている。

#### 【0067】

より具体的には、2次元X線イメージセンサ2から受けた画像データは、A/D変換手段9cによってデジタル信号に変換され、デジタル変換された画像データがフレームメモリ9dに格納される。フレームメモリ9dに格納された複数の画像データは、演算用メモリ9eに記憶され、その記憶された画像データに対して、曲面X線断層撮影、平面X線断層撮影、CT撮影の撮影モードに対応した所定の演算処理が行われ、各々の断層画像が生成され、あるいは撮影関心領域の3次元的なX線吸収係数が算出され、この3次元的なX線吸収係数から、種々の画像が再構成されて、表示選択手段12において表示され、また、必要に応じて、外部記憶手段（不図示）に記憶される。

#### 【0068】

この際、画像処理装置9は、演算処理手段9aによって、X線ビームコントローラ1b、各部のモータ31、51、52、53、54を制御して、X線発生器

1からのX線コーンビームの照射制御、旋回アーム3の旋回制御と、この旋回に対応した被写体移動手段5の制御を行っている。

#### 【0069】

このX線ビームコントローラ1bでは、X線発生器1から2次元X線イメージセンサ2に向けて照射されるX線ビームの形状を可変する制御を行っている。例えば、曲面断層撮影などの第1のX線断層撮影の時には、細長い形状とし、第2のX線断層撮影であるCT撮影では、矩形形状となるようにしている。

#### 【0070】

また、2次元X線イメージセンサ2の受光面積サイズが小さい場合、Z軸モータ53によって被写体保持手段4の高さを変えて撮影することを繰り返して、得られたデータを継ぎ足すこともできる。

#### 【0071】

図2(a)、(b)は、本発明のX線CT撮影装置における歯科用パノラマX線撮影の概念説明図である。これより、すでに説明した部分と同じ部分については、同じ符号を付して、重複説明を省略する。

#### 【0072】

この図2(a)は、従来の歯科用パノラマX線撮影による曲面断層撮影において旋回アーム3のX線旋回中心3aを移動させながら、X線コーンビーム1aを被写体である歯列弓Sに照射する場合のX線ビーム1aの軌跡を示しており、これがX線ビーム1aの包絡線L0を形成している。

#### 【0073】

これに対し、図2(b)は、本発明のX線CT撮影装置で、歯科用パノラマX線撮影による曲面断層撮影する場合を示している。

#### 【0074】

この場合、旋回アーム3のX線旋回中心3aは固定したままで、旋回アーム3の旋回角度に対応させて、被写体が座る被写体保持手段4を移動させることにより歯列弓Sを、パノラマX線画像形成軌道LMに沿って移動させながら、X線ビーム1aを、この歯列弓Sに照射する。

#### 【0075】

図では、図2(a)において、表示されたX線ビーム1aから選択して、4番目、8番目、12番目をX線ビーム1a(4)、(8)、(12)として表記し、図2(b)では、これと同じX線ビーム1a(4)、(8)、(12)が照射されるように、歯列弓Sの基準点がパノラマX線画像形成軌道LM上の点LM(4)、(8)、(12)に位置している状態を示している。また、この際の歯列弓Sをそれぞれ、S(4)、(8)、(12)として示している。

#### 【0076】

図2(a)と(b)を比較すると、図2(b)の場合でも、図2(a)と同じように、歯列弓Sに対して、X線ビーム1aが照射されているのが解る。

#### 【0077】

したがって、本装置の曲面断層撮影では、X線旋回中心は保持固定されたままなので、旋回中心のブレが発生せず、このブレによるCT撮影の精度劣化を引き起こすことがなく、また、被写体はパノラマX線断層画像形成軌道に沿って移動することで、拡大率の調整なしに、また逆射影のような時間のかかる処理なしで、この照射で得られるX線透過画像をそのまま繋ぎ合わせて従来と同様の歯列弓のパノラマX線断層画像を短時間で得ることができる。

#### 【0078】

ここで、第1のX線断層撮影とは、被写体に対して、所望の厚みを有する断層面を想定し、この断層面に被写体のX線透過画像がほぼ垂直範囲内で異なる方向から投影されるようにX線を照射する撮影方法をいい、こうして生成される画像を第1のX線断層画像という。歯科分野において、この被写体を歯列弓とし、所定断層面を、この歯列弓に設定された曲面断層面として行う撮影を特に歯科用パノラマ撮影といい、こうして生成される画像を歯科用X線パノラマ画像という。また、顎関節の曲面断層写真を得るための撮影や、耳鼻科における耳小骨部分の曲面断層撮影なども含まれる。

#### 【0079】

また、第1のX線断層撮影には、歯列弓に直交したり歯列弓の接線方向等に沿った所望の厚みを有する平面断層面の画像を取得する撮影を行うクロスセクション撮影やタンジェンシャル撮影などのX線平面断層撮影も含まれる。

## 【0080】

このように第1のX線断層撮影は、歯牙、歯列弓、顎関節、耳小骨等の被撮影対象の厚みとほぼ対応する断層厚みを有するX線断層の撮影を行うものである。この所望厚みは、歯科用パノラマ撮影では、前歯部と臼歯部とで異なるもので、前歯部は断層厚みが薄く、臼歯部は厚くなっている。平面断層の厚みは一般的には同一厚みである。

## 【0081】

これに対して、被写体の撮影関心領域のCT撮影を第2のX線断層撮影という。

## 【0082】

図3(a)、(b)は、本発明のX線CT撮影装置で得られた曲面X線断層画像を用いた撮影関心領域の選択の概念説明図、図4は、図3で選択された撮影関心領域から算出される旋回中心位置の概念説明図である。

## 【0083】

図3(a)、(b)は、X線CT撮影装置20において、被写体である歯顎について、図2(b)で説明したような方法でパノラマ断層撮影を行って得られた曲面X線断層画像PIが表示選択手段12に表示されている状態を示している。

## 【0084】

図3(a)において、61は、被写体である歯顎について曲面断層撮影した際に得られる旋回アーム3の旋回角度から算出されたガイドポイントであって、歯列弓を含んだ歯顎を等間隔で区分する区分点となるもので、歯顎全体の画像のうち歯列弓に沿った位置の座標を決める目安となるものである。

## 【0085】

それぞれのガイドポイント61には、歯顎を被写体サイドから見て右側(R)の最奥部から左側(L)の最奥部へと、順番にガイドナンバ62が割り当てられ、歯顎全体として21のガイドポイント61が見えている。

## 【0086】

これらのガイドポイント61とガイドナンバ62は、この曲面X線断層画像PI上で、局所X線CT撮影の撮影関心領域を選択するための位置をガイドする指

標となるもので、両者をそれぞれ位置ガイド指標と呼ぶ。

#### 【0087】

図3 (b) では、図3 (a) のような位置ガイド指標は表示されず、替わりに、曲面X線断層画像P I上を移動可能とされ、局所X線C T撮影の撮影関心領域を模式的に表す撮影関心領域指標64が表示されている。

#### 【0088】

この撮影関心領域指標64は、C T撮影される範囲を示す撮影可能領域を示すものである。従って、X線C T撮影のX線コーンビームの断面形状が矩形であればこの指標も矩形に、コーンビーム形状の断面形状が円形であれば、円形の表示とすることがある。

#### 【0089】

図4は、X線C T撮影装置20の表示部11bに表示された画像を示すもので、種々の操作ガイドに加え、図3の曲面X線断層画像P Iに対応した歯顎をモデル化した歯顎模式図G Iが模式図表示部11cに表示されている。

#### 【0090】

この模式図G Iにおいて、L1、L2、・・・、L20、L21は、図3 (a) のガイドポイント61に対応したガイド線であり、このガイド線L1・・・の方向が、旋回アーム3の旋回角度に対応し、また、X線発生器から2次元X線イメージセンサ2へ照射されるX線ビーム1aの方向にも対応している。

#### 【0091】

また、S Iはこの歯顎模式図G Iに表示された歯列弓模式図、PはX線C T撮影装置20の撮影基準点を示している。

#### 【0092】

C T撮影の撮影関心領域の選択は、図3 (a) の場合、撮影関心領域が、ガイドナンバ62が「3」のガイドポイント61位置にあると判断できたら、このガイドポイント61をクリックすると、あるいは、キーボードなどでガイドナンバの「3」を入力することで行われる。

#### 【0093】

すると、これに対応して、曲面X線断層画像P I上に図示したような二点鎖線

のガイドライン63が表示される。

【0094】

旋回中心位置算出手段9bは、これに応じて、図4の模式図表示部11cに示すように、このガイドポイント61に対応したガイドラインL3を選択して、このガイドラインL3上に二点鎖線の撮影関心領域Q1の中心QP1が来るように、また、ガイドラインL3付近の歯顎、歯牙の画像が含まれるように、撮影関心領域Q1の中心QP1の位置を決める。

【0095】

旋回中心位置算出手段9bは、更に、この中心QP1と、この歯顎の撮影基準点Pとの間の位置関係から、撮影関心領域Q1の中心QP1にX線旋回中心を3a一致させるように被写体保持手段4を水平移動させる移動データを算出し、この移動データを被写体移動手段5に与える。

【0096】

このように、撮影関心領域の選択を、曲面X線断層画像に表示された位置ガイド指標の内、撮影したい部分にあるものを選択することによって行くと、この位置ガイド指標が目安となって、選択を容易に行うことができる。

【0097】

なお、この撮影関心領域Qとは、本発明のX線CT撮影装置において、図5で示すように、X線旋回中心3aを固定してX線コーンビーム1aを旋回照射する際に、このX線旋回中心3aの周りで、常にこのX線コーンビーム1aが照射される領域をいい、X線コーンビーム1aの断面形状が直方体の場合、立体的には、円柱体となり、図3(b)のような側面図では矩形、図4のような平面図では円形であられるものである。

【0098】

CT撮影の撮影関心領域の選択は、また、図3(b)の方法でも行うことができる。つまり、ガイドポイント61を用いるのではなく、曲面X線断層画像PI上を矩形の撮影関心領域指標64を移動させて、X線CT画像が必要とされる位置に位置させることでも撮影関心領域の選択を行うことができる。

【0099】

この例では、撮影関心領域指標 64 を左奥歯部分に位置させており、これに対応して、旋回中心位置算出手段 9b は、同様の方法で、図 4 の模式図表示部 11c に示すように、撮影関心領域 Q2 の中心 QP2 を決め、撮影関心領域 Q2 の中心 QP2 に X 線旋回中心 3a を一致させるように被写体保持手段 4 を水平移動させる移動データを算出し、この移動データを被写体移動手段 5 に与える。

#### 【0100】

このように、撮影関心領域の選択を、曲面 X 線断層画像に表示された撮影関心領域指標を、撮影したい部分に移動することによって行くと、この撮影関心領域指標が目安となって、選択を容易に行うことができる。

#### 【0101】

なお、位置ガイド指標は、ガイドポイント、ガイドナンバの双方であってもよく、どちらか一方であってもよい。また、撮影関心領域指標は、この例のように撮影関心領域の実際の形状を模したものであってもよく、コンピュータの表示画面上で、位置指定の手段として用いられるマウスのポインタ（矢印や十字印など）であってもよい。

#### 【0102】

また、このようにすると、X 線曲面断層撮影を開始してから、被写体の選択された撮影関心領域に、旋回アームの X 線旋回中心が固定されるまでの時間が非常に短いので、患者に負担を与えることなく、被写体保持手段に被写体を保持固定したままで、X 線 CT 撮影まで行うことができ、X 線曲面断層撮影と X 線 CT 撮影の巧みな連係が可能となっている。

#### 【0103】

具体的には、被写体保持手段 4 に被写体をセットしてから、X 線曲面断層撮影、曲面断層画像の表示、撮影関心領域の選択、X 線旋回中心の固定位置の算出、X 線 CT 撮影まで、標準的な時間で、80 秒程度で行うことができる。

#### 【0104】

これは、X 線 CT 撮影装置が、画像をデジタル処理して素早く画像化することができるという点と、そのような X 線 CT 撮影装置で、直接の繋ぎ合わせで X 線曲面断層が短時間で生成できる点、またこうしてデジタル的に処理された曲面 X

線断層画像データには旋回角度データが含まれているので、この画像上の撮影関心領域を選択することで、この撮影関心領域に対応した旋回角度データと被写体の統計的形状データから、この撮影関心領域の被写体内部における水平位置を算出し、上記移動データを得ることができるという点を巧みに組み合わせたものである。

#### 【0105】

また、この例では、通常行われるように、撮影関心領域の中心にX線旋回中心を固定保持し、X線コーンビームの照射中心軸がこのX線旋回中心を通るようにしているが、撮影関心領域にX線旋回中心を固定保持する方法はこれに限らない。

#### 【0106】

例えば、X線コーンビームの照射幅より、撮影関心領域が大きい場合には、X線旋回中心に対して、X線コーンビームの照射中心軸を偏心させて照射すると、この大きい撮影関心領域全体にX線コーンビームを旋回照射することが可能であり、ここで言う「撮影関心領域にX線旋回中心を固定保持する」とは、そのような場合も含むものである。

#### 【0107】

なお、図4の表示部11bで模式図表示部11cの部分以外に表示された操作ガイドは、X線撮影のための種々の操作のためのガイドとなっており、便利である。

#### 【0108】

図5は、本発明のX線CT撮影装置で用いる局所X線CT撮影の概念説明図である。

#### 【0109】

本発明のX線CT撮影装置で行う局所X線CT撮影では、X線発生器1と2次元X線イメージセンサ2とを対向配置させた旋回アーム3を旋回させながら被写体Oの撮影関心領域QにのみX線コーンビーム1aを局所照射、つまり、X線コーンビーム1aが撮影関心領域Qだけを常時照射するようにして、撮影を行うものである。

## 【0110】

そのための撮影条件は、X線発生器1からは、撮影関心領域Qのみを包含するX線コーンビーム1aを放射させ、旋回アーム3は、そのX線旋回中心3aを撮影関心領域Qの中心位置に固定させた状態で旋回駆動させるというものである。

## 【0111】

この撮影関心領域Qの実際の大きさは固定されており、一例としては、直径が40mm、高さが30mmであって、歯顎骨の部分的なX線画像を得るのに適した大きさであるが、この大きさは、適宜選択されるものである。

## 【0112】

このようにして照射して2次元X線イメージセンサ2上に得られた電気信号をデジタル処理、逆射影処理して、この局所照射を受けた撮影関心領域の3次元的なX線吸収係数を得ることができ、これを元にして、この撮影関心領域の任意の曲面断層画像などを得ることができる。また、このように局所照射することによって、X線被爆線量も被写体全体に照射する従来の場合に比べて、数十分の1から百分の1とすることができる。

## 【0113】

この撮影方法は、X線コーンビーム1aを局所照射する部位、つまり、撮影関心領域Qについては、常にX線透過画像データが得られるが、その撮影関心領域Qを取り囲む被写体の他の部分については、撮影関心領域Qに比べて、X線コーンビーム1aは旋回に伴って一時的に透過するだけで、画像データへの影響も少ないので、逆投影する場合に、その影響をほぼ無視することができるという思想に基づいている。

## 【0114】

また、撮影関心領域と、その周辺の部位とのX線吸収係数の差が大きい場合、たとえば、撮影関心領域において歯牙、骨、インプラントなどが存在する場合に、それらの形状を診断するような場合には、得られた曲面断層画像は十分なコントラストを得ることができるので、このような撮影関心領域にのみX線コーンビームを局所照射して得たX線画像で実際の診断に十分に実用できる。

## 【0115】

本発明のX線CT撮影装置では、この局所照射すべき撮影関心領域を、上述したように、同じ装置で曲面断層撮影した曲面X線断層画像上で容易に選択し、この選択に基づきX線旋回中心の位置を算出し、被写体を移動させることができるので、X線CT撮影をより効率良くスピーディーに、正確な撮影関心領域に対して行うことができ、局所照射の効果をよりよく発揮させることができる。

【0116】

なお、この投影関心領域のみX線を局所照射してX線CT撮影を行うものを特に局所X線CT撮影装置ともいい、この局所照射のX線CT撮影の詳細については、上記の特開2000-139902号公報を参照されたい。

【0117】

図6は、本発明における平面断層撮影とCT撮影の連携の概念説明図であり、図6(a)は平面断層撮影の概念図、(b)は得られた平面断層画像を例示する図、(c)は(b)図で選択されたX線旋回中心で撮影されたCT画像を例示する図である。

平面断層撮影では、被写体である歯列弓Sの所望の位置に、所望の厚さの平面断層Rを設定し、この平面断層Rにほぼ垂直範囲で異なる角度でX線ビーム1aが照射されるようにする。

【0118】

具体的には、旋回照射する場合には、図6(a)に示すように、X線ビーム1aを微小角度 $\theta$ Sだけ旋回照射した際に、常にX線ビーム1aが平面断層Rをほぼ垂直範囲で照射するように、X線発生器1と2次元X線イメージセンサ2のX線旋回中心3aの位置を決めてX線ビーム1aを旋回照射する。

【0119】

この際、X線ビーム1a(実線)がX線ビーム1a'(想像線)になるようにビーム1a側を微小角度 $\theta$ Sだけ旋回させてもよいし、一方、X線ビーム1aは旋回させないで、被写体である歯列弓S(実線)を歯列弓S'(想像線)の位置まで、X線ビーム1aの旋回中心3aを中心として、反対方向に微小角度 $\theta$ Sだけ円弧移動させてもよい。この際、角度 $\theta$ Sが微小なら、被写体である歯列弓S

の移動を円弧移動させる替わりに、円弧移動の両端点を結ぶ弦方向への直線移動としてもよい。

#### 【0120】

X線発生器1とX線撮像器2からなる撮像系がX線旋回中心3a固定で旋回可能であり、被写体Sが被写体移動手段5によって移動可能な本発明のX線撮影装置20においては、上記のようなX線ビーム1aの旋回、あるいは、被写体の円弧、直線移動が可能である。

#### 【0121】

また、被写体移動手段5によって、被写体を微小角度 $\theta$  S回転させることによって、平面断層RにX線ビーム1aが異なる角度から照射されるようにすることもできる。

このようにして、平面断層RにX線ビーム1aを照射し、得られたX線透過画像から適宜選択抽出することによって、この平面断層R部分以外の画像の影響の少ない平面X線断層撮影を行うことができ、図6(b)のような平面断層画像RIを得ることができる。

#### 【0122】

なお、このような断層撮影の原理は、基本的には、特公平2-29329号公報に記載されたような、受光したX線画像をデジタルデータとして再構成可能なX線撮影装置における曲面断層撮影の原理と同様である。

#### 【0123】

この平面断層画像RI上において、図3(b)の撮影関心領域指標64と同様な機能を果たす投影関心領域指標線65を所望の位置に(図1の位置)に位置させることによって、図4と同様に、旋回中心位置算出手段9bによって、投影関心領域Q3の中心QP3の位置が算出される。図6(a)には、こうして算出された投影関心領域Q3の中心QP3が示されている。

#### 【0124】

こうして、中心QP3の位置が算出されると、この点に、X線旋回中心3aが固定された状態で、CT撮影が行われ、投影関心領域Q3の3次元的なX線吸収

係数が得られ、これを再構成することによって、図6(c)のような画像IXを得ることができる。

#### 【0125】

この場合にも、図3、4の場合と同様に、X線平面断層撮影を開始してから、被写体の選択された撮影関心領域に、旋回アームのX線旋回中心が固定されるまでの時間が非常に短いので、患者に負担を与えることなく、被写体保持手段に被写体を保持固定したままで、X線CT撮影まで行うことができ、X線平面断層撮影とX線CT撮影の巧みな連係が可能となっている。

#### 【0126】

図7(a)は本発明のX線CT撮影装置の正面図、(b)は側面図である。

#### 【0127】

X線撮影装置20は、すでに説明したX線発生器1、2次元X線イメージセンサ2(X線検出器)、旋回アーム3、被写体保持手段4、被写体移動手段5、表示部11bを備えた操作部パネル11aなどを図示したように主フレーム10に配置している。

#### 【0128】

表示部11bは、主フレーム10の一方の縦ビーム10cの表面で、術者が、立位で操作がし易いような位置に設けられている操作パネル11aに設置され、歯顎模式図や、装置全体の操作のガイド画面などを表示するものである。

#### 【0129】

操作パネル11aには、椅子4bを被写体移動手段5によって左右、前後、上下などに移動させる移動スイッチ(不図示)が備えられている。被写体移動手段5は、この移動スイッチによって、X線撮影の装置基準点と被写体の撮影基準点P(図4)とを一致させるのにも用いられる。

#### 【0130】

主フレーム10は、旋回アーム3を回転可能に支持するアーム10a、このアーム10aの基端部を固定保持している横ビーム10b、この横ビーム10bを支えている一対の縦ビーム10c、一対の縦ビーム10cが固定載置され、この装置20全体の基礎となっているベース10dから構成されている。

## 【0131】

この主フレーム10を構成する部材は、それぞれ、剛性の高い鋼鉄材が用いられ、また、適宜、筋交いや、角補強部材が設けられて変形に強いものとなっており、回転時に、旋回アーム3のX線旋回中心3aが変動しないようになっている。

## 【0132】

このように主フレーム10は、旋回アーム3の旋回振れが生じないような構造体とされているので、特に、旋回振れがないことが要求されるX線CT撮影装置として、ふさわしい。

## 【0133】

なお、この図では、図1で説明した患者を保持する被写体保持手段4を移動させる被写体移動手段5を構成するX軸モータ51、Y軸モータ52、Z軸モータ53、バックレストモータ54を、その移動方向の白矢印と符号を用いて概念的に示している。

## 【0134】

図8は、本発明のX線CT撮影装置に設置された被写体移動手段を示す図であり、図7(b)の被写体保持手段4の部分を拡大して、一部破断図として示したものである。

## 【0135】

被写体移動手段5は、被写体保持手段4の内部あるいは周縁に、図8に図示するように設置されており、それぞれに既に説明したX軸モータ51、Y軸モータ52、Z軸モータ53、バックレストモータ54と、それぞれのモータによって回転駆動されるボールネジ軸51a、52a、53a、54a、これらのネジ軸にそれぞれネジ係合する雌ネジ体51b、52b、53b、54b、これらの雌ネジ体に固定され共スライドするレール雄51c、52c、53c、54c、このレール雄を正確にガタなくスライドさせるレール雌51d、52d、53d、54dから構成されている。

## 【0136】

X軸モータ51、ボールネジ軸51a、レール雌51dは、ベース10d側に

固定され、雌ネジ体 5 1 b とレール雄 5 1 c は、被写体保持手段 4 のベース部 4 c に固定され、X 軸モータ 5 1 を回転駆動制御することによって、被写体保持手段 4 全体をベース 1 0 d に対して X 方向に（図 7 の白矢印 5 1 の方向、つまり左右方向に）移動させる。

#### 【0137】

Z 軸モータ 5 3、ボールネジ軸 5 3 a、レール雌 5 3 d は、被写体保持手段 4 のベース部 4 c 側に固定され、雌ネジ体 5 3 b とレール雄 5 3 c は、椅子 4 b 側に固定され、Z 軸モータ 5 3 を回転駆動制御することによって、椅子 4 b をベース部 4 c に対して Z 方向に（図 7 の白矢印 5 3 の方向、つまり上下方向に）移動させ、旋回アーム 3 に対する被写体の高さを調節する。

#### 【0138】

なお、この Z 方向については、この例では、場所の制約から、Z 軸モータ 5 3 とボールネジ軸 5 3 a との間は、タイミングベルト 5 3 e とタイミングプーリ（見えていない）とを用いて回転駆動力が伝達されているが、場所の制約がなければ直結でもよい。また、レール雌 5 3 d とレール雄 5 3 c の組み合わせは、人体を保持した状態の椅子 4 b の上下昇降をガイドすると共に、椅子 4 b が水平移動される際のベース部 4 c に対する椅子 4 b のブレを極力小さくするため、大径のピストンとシリンダの組み合わせとなっている。

#### 【0139】

Y 軸モータ 5 2、ボールネジ軸 5 2 a、レール雌 5 2 d は、被写体保持手段 4 のベース部 4 c に対して上下するレール雄 5 3 c 側に固定され、雌ネジ体 5 2 b とレール雄 5 2 c は、椅子 4 b 側に固定され、Y 軸モータ 5 2 を回転駆動制御することによって、椅子 4 b をベース部 4 c に対して Y 方向に（図 7 の白矢印 5 2 の方向、つまり前後方向に）移動させる。

#### 【0140】

ヘッドレストモータ 5 4、ボールネジ軸 5 4 a、レール雌 5 4 d は、被写体保持手段 4 の椅子 4 b 側上部に固定され、雌ネジ体 5 4 b とレール雄 5 4 c は、ヘッドレスト 4 a 側に固定され、ヘッドレストモータ 5 4 を回転駆動制御することによって、ヘッドレスト 4 a を椅子 4 b の上部に対して Z 方向に（図 7 の白矢印

54の方向、つまり上下方向) 移動させ、椅子4bに着座した患者に合わせて、ヘッドレスト4aの上下位置を調節することができる。

#### 【0141】

上記の被写体移動手段5の内、被写体保持手段を水平移動する際に用いられるのは、もちろん、X軸モータ51などからなるX方向移動手段と、Y軸モータ52などからなるY方向移動手段である。

#### 【0142】

なお、上記では、X軸、Y軸、Z軸などの移動手段として一般的なレールとボールネジを用いる方式を説明したが、これ以外にも、周知のクロスローラガイドや、通常のベアリングとガイドを組み合わせたものなどをガイド手段とし、ラックとピニオン方式や、通常のネジ軸などを駆動手段として用いる方式なども適用できるが、正確に位置決めできるものが望ましい。

#### 【0143】

図9は、本発明のX線CT撮影装置における曲面断層撮影等の第1のX線断層撮影に関する制御ブロック図である。

#### 【0144】

この図9は、図1の全体構成図から、X線の旋回照射の制御、被写体の移動制御に関するものを抜き出し、より詳しく示した制御ブロック図である。

#### 【0145】

アームモータ31、X軸モータ51、Y軸モータ52、Z軸モータ53、ヘッドレストモータ54は、それぞれの駆動を制御するアーム回転コントローラ31f、X軸駆動コントローラ51f、Y軸駆動コントローラ52f、Z軸駆動コントローラ53f、ヘッドレスト駆動コントローラ54fを介して演算処理手段9aと接続されている。

#### 【0146】

これらのモータ31、51、52、53、54で駆動される旋回アーム3などの被駆動側には、アーム原点検出センサ31g、X軸原点検出センサ51g、Y軸原点検出センサ52g、Z軸原点検出センサ53g、ヘッドレスト高さ54検出センサ54gが設置され、これらの出力が演算処理手段9aに接続されている。

## 【0147】

また、演算処理手段9aには、装置制御データやプログラムなどを記憶保存したメモリ9f、X線照射の開始スイッチとなる照射スイッチ10f、必要な操作を遠隔で行うことができるリモコン10gが接続されている。

## 【0148】

このような構成により、演算処理手段9aによって、X線の旋回照射制御、被写体の移動制御などを行っている。

## 【0149】

図10は、本発明で用いるガイドビーム発生手段の説明図であり、図10(a)は、図7におけるX1矢視図であり、図10(b)は図10(a)におけるX2矢視図であり、図10(c)は、図10(a)におけるX3矢視図であり、図10(d)は、図10(a)におけるX4矢視図である。

## 【0150】

ガイドビーム発生手段6は、X線CT撮影装置20において、曲面断層撮影、CT撮影のいずれの撮影の場合にも用いられ、撮影前に欠くことのできない手順として、被写体の撮影基準点Pと装置の撮影基準点とを一致させるために用いるものである。

## 【0151】

このガイドビーム発生手段6は、アーム10aに延設された支持体6a、この支持体6aに設置され左右ガイドビームLXを照射する左右ガイドビーム発生手段6b、X線発生器1と2次元X線イメージセンサ2にそれぞれ設けられ、前後ガイドビームLYを照射する一対の前後ガイドビーム発生手段6c、6d、同様にX線発生器1と2次元X線イメージセンサ2にそれぞれ設けられ上下ガイドビームLZを照射する上下ガイドビーム発生手段6e、6fとを備えている。

## 【0152】

このような構成で、ガイドビーム発生手段6は、図11で説明するようにガイドビームLX、LY、LZを被写体に照射することができ、被写体の撮影基準点Pと装置の撮影基準点とを一致させる校正手段として機能している。

## 【0153】

また、前後ガイドビームLY、上下ガイドビームLZについては、ビーム発生手段を左右対で設けているのは、片側だけだと、発光側からはガイドビームが見えるが、反対側からは、被写体に遮られて、ガイドビームを見ることができないからである。そのため、対で設けられたガイドビーム発生手段6c、6d及び6e、6fは照射するガイドビームが対向して一致するようになっている。

## 【0154】

このように構成されたガイドビームを校正手段として用いると、被写体に接触することなく、校正を行うことができると共に、ガイドビーム自体も、被写体内部の撮影関心領域Qを被写体外表面で示す目安となり、撮影関心領域の把握がよりやりやすくなる。

## 【0155】

図11(a)は本発明において、被写体を被写体保持手段に固定保持した状態を示す側面図、(b)は校正手段の使用態様を示す斜視図である。

## 【0156】

図11(a)で示すように、ヘッドレスト4aは、被写体保持手段4の椅子4bの上部に設けられたレール雄54cに着脱可能に固定される支持部4aaと、この支持部4aaに設けられた頭部固定バンド4abとを備え、人体頭部である被写体Oを適切な位置で固定保持することができる。

## 【0157】

LY、LZは前の図10で説明した前後ガイドビーム、上下ガイドビームであり、この図では、図11(b)で見えている左右ガイドビームLXは、側面となるため見えていない。一方、斜視図である図11(b)では、全てのガイドビームLX、LY、LZが見えている。

## 【0158】

このガイドビームLX、LY、LZは、このX線CT撮影装置20の撮影装置側の撮影基準点を示すもので、被写体Oの撮影基準点Pに、これらのガイドビームLX、LY、LZが位置されるようにすることで、撮影装置側の撮影基準点と被写体Oの撮影基準点Pとを一致させることができる。

## 【0159】

つまり、被写体移動手段5によって、被写体保持手段4をガイドビームLX、LY、LZに対して移動させることによって、両者間の相対的位置を変化させて、それぞれのガイドビームLX、LY、LZが、この被写体Oの実撮影基準点Pに来るようにすることで、校正をすることができる。

## 【0160】

校正手段としては、このようなガイドビームの代わりに、図11(a)に示した接触子で構成される校正手段6Aを用いることもできる。つまり、接触子6Aを、被写体Oの撮影基準点Pに接触させることで、被写体Oの撮影基準点Pと、装置20の撮影基準点とを一致させる校正を行うことができる。

## 【0161】

図12は、本発明のX線CT撮影装置における曲面断層撮影の手順の一例を示すフローチャートである。このフローチャートを用いて、これまで部分的に説明した、本発明のX線CT撮影装置における曲面断層撮影の手順について、整理して説明する。

## 【0162】

曲面断層撮影は、まず、図10、11で説明したように、ガイドビームLX、LY、LZを基準に患者（被写体）の位置付け、つまり、校正を行うことから始まる（S1）。

## 【0163】

ここで照射スイッチ10fが押されたら（S2）、被写体保持手段4を撮影開始位置に、旋回アーム3を撮影開始角度に移動させ（S3）、X線発生器1のプリヒート（余熱）を開始し、シーケンスカウンタnを「0」とする（S4）。

## 【0164】

ついで、旋回アーム3の旋回角度が $\theta_n$ から $\theta_{n+1}$ になるように回転するために必要なアーム回転駆動データをアーム回転コントローラ31fに与える（S5）。

## 【0165】

ついで、旋回アーム3の旋回角度が $\theta_n$ から $\theta_{n+1}$ になるように回転する間

に、X軸が移動するのに必要なX軸駆動データをX軸駆動コントローラ51fに与える(S6)。

【0166】

また、旋回アーム3の旋回角度が $\theta_n$ から $\theta_{n+1}$ になるように回転する間に、Y軸が移動するのに必要なY軸駆動データをY軸駆動コントローラ52fに与える(S7)。

【0167】

ここで、旋回アーム3の旋回角度がX線照射開始角度である場合(S8)には、X線照射を開始しX線透過画像のキャプチャを開始し(S9)、ない場合には、次の工程に向かう。

【0168】

ここで、旋回アーム3の旋回角度がX線照射停止角度である場合(S10)には、X線照射を停止しX線透過画像のキャプチャを終了し(S11)、ない場合には、次の工程に向かう。

【0169】

ついで、旋回アーム3の旋回角度がX線撮影終了角度である場合(S12)には、旋回アーム3と被写体移動手段5の動作を停止し(S13)、曲面断層撮影を終了し、ない場合には、次の工程に向かう。

【0170】

ここで、旋回アーム3の旋回角度 $\theta_n$ が $\theta_{n+1}$ になったかどうかをチェックし、まだの場合、シーケンス8に戻り(S14)、旋回角度 $\theta_n$ が $\theta_{n+1}$ となっている場合には、シーケンスカウンタ $n+1$ を $n$ にセットして(S15)、シーケンス5に戻る。

【0171】

このような手順で曲面断層撮影が行われるのである。

【0172】

図13は、本発明のX線CT撮影装置における旋回アームの撮影開始角度、撮影終了角度の説明図である。

【0173】

この図に示す旋回アームの撮影開始角度〔0〕と撮影終了角度〔9〕は、患者が、装置の旋回アーム3下部に、進入あるいは退去する際に、入退しやすいような角度に設定されている。この場合、旋回アーム3は、その撮影開始角度〔0〕と撮影終了角度〔9〕とも同一で、主フレーム10のアーム10aから突出した支持体6aに対して、ほぼ、直角の位置となっている。

#### 【0174】

旋回アーム3は、このような撮影開始角度〔0〕、撮影終了角度〔9〕で撮影を開始し、終了する。したがって、被写体Oである患者が、通常、図の上方向から、白抜き矢印で示すようにX線CT撮影装置20に出入りするのに、旋回アーム3などが、障害とならず便利である。

#### 【0175】

装置20の設置場所によっては、図に二点鎖線で示したような方向から、出入りする方が、都合がよい場合があるが、その場合には、撮影開始角度、撮影終了角度を、被検者の出入り方向に対して旋回アーム3をほぼ直角の位置（二点鎖線）にすればよい。

#### 【0176】

また、ここでは、撮影開始角度〔0〕と撮影終了角度〔9〕とが同じ角度である場合を例示したが、撮影条件によっては、同一でない場合もある。

#### 【0177】

図14は、本発明のX線CT撮影装置の他例の全体構成図である。

#### 【0178】

このX線CT撮影装置20Aは、図1のX線CT撮影装置20に比べ、旋回アーム3を支持するXYZテーブル74と、このXYZテーブル74をXYZ方向に移動させるX軸モータ71、Y軸モータ72、Z軸モータ73とを備えた旋回中心移動手段7が設定されている点が異なる。

#### 【0179】

旋回中心移動手段7のX軸モータ71、Y軸モータ72、Z軸モータ73の構成は、被写体移動手段5のX軸モータ51、Y軸モータ52、Z軸モータ53と同様である。XYZテーブル74は、被写体移動手段5の3つのレール雄、雌5

1 c、51 d、52 c、52 d、53 c、53 dを組み合わせたような構成であり、支持された旋回アーム 3 を正確に X Y Z 方向にスライドさせることができる。

#### 【0180】

この撮影装置 20 A は、このような旋回中心移動手段 7 を備え、X 線の旋回照射中に旋回アーム 3 の X 線旋回中心 3 a を移動させることができ、図 2 (a) で説明したような旋回中心移動による曲面断層撮影を行うことができる。

#### 【0181】

このような X 線 CT 撮影装置 20 A においても、図 1、3、4 で説明した旋回中心位置算出手段 9 b を備えることによって、第 1 の X 線断層撮影と局所 X 線 CT 撮影の連携を図ることができ、第 1 の X 線断層撮影と CT 撮影との有機的な一体化を実現することができる。

#### 【0182】

図 15 は、本発明の X 線 CT 撮影装置の他例の全体構成図である。

#### 【0183】

この X 線 CT 撮影装置 20 B は、図 14 の X 線 CT 撮影装置 20 A に比べ、被写体移動手段 5 がなく、被写体保持手段 4 には、ヘッドレスト 4 a を椅子 4 b に対して上下させるヘッドレストモータ 5 5 だけが設けられている点異なる。

#### 【0184】

このヘッドレストモータ 5 5 は、図 14 の被写体移動手段 5 に含まれるヘッドレストモータ 5 4 と同様の構成であり、同様の機能を発揮する。

#### 【0185】

この撮影装置 20 B では、旋回中心移動手段 7 によって、X 線の旋回照射中に旋回アーム 3 の X 線旋回中心 3 a を移動させることができ、図 2 (a) で説明したような旋回中心移動による曲面断層撮影を行うことができる。

#### 【0186】

また、図 1 などで説明した被写体移動手段 5 の代わりに、X 線旋回中心 3 a を移動させることで、被写体 O と X 線旋回中心 3 a との相対的な移動をさせることができ、被写体 O の撮影基準点と X 線撮影の撮影基準点を一致させる校正や、C

T撮影の場合に、被写体Oの内部の撮影関心領域に旋回アーム3のX線旋回中心3aを固定する操作をすることもできる。

#### 【0187】

このようなX線CT撮影装置20Bにおいても、図1、3、4で説明した旋回中心位置算出手段9bを備えることによって、第1のX線断層撮影とCT撮影の連携を図ることができ、第1のX線断層撮影とCT撮影との有機的な一体化を実現することができる。

#### 【0188】

図16は、本発明のX線CT撮影装置におけるX線旋回中心固定の曲面断層撮影の原理説明図である。

#### 【0189】

この図は、図2(a)と同様の図に、更に仮想照射部位F、F'、F''と固定されたX線旋回中心3aとを書き加えたものである。

#### 【0190】

図2(a)で説明したように、曲面断層撮影のために、X線旋回中心3aを移動（あるいは、X線旋回中心3aと歯列弓Sを相対的に）させると、そのX線コーンビーム1aによって包絡線L0が形成され、照射対象である歯列弓Aがほぼ線対称であるので、この包絡線L0の形状も線対称となり、この線対称の中心線LCが人体の正中線と一致し、この中心線LC上に、中心を持ち、包絡線L0に接する円Fを描くと、この円F内を全てのX線コーンビーム1aが通過していることが解る。

#### 【0191】

したがって、X線旋回中心3aをこの円Fの中心と一致させて固定した状態で、X線コーンビーム1aが、この円Fを常に照射するように旋回照射すると、こうして旋回照射されたビームの中には、従来のX線コーンビーム1aが必ず含まれているので、照射後のX線透過データから、この従来のX線コーンビーム1a（これを、これより「オルソX線コーンビーム」という。）による透過データだけを抽出して繋ぎ合わせることによって、曲面X線断層画像を得ることができる。

## 【0192】

このようにして、曲面X線断層画像を得る方法は、X線旋回中心固定の曲面断層撮影といい、上記、特開2000-139902号公報に詳しく説明している。

## 【0193】

この円Fを仮想照射領域Fと呼び、この方法の場合、この仮想照射領域が撮影関心領域Qと一致している。

## 【0194】

また、この仮想照射領域Fは、曲面断層撮影によって希望する曲面X線断層画像の種類に応じて適宜、その中心位置が中心線LC上で変動し、また、領域の大きさも変動するものであり、この図に示した仮想照射領域Fは正投射曲面断層画像に、仮想照射領域F'は標準曲面断層画像に、仮想照射領域F''は顎骨曲面断層画像に対応したものである。

## 【0195】

図17は、この原理を利用したX線旋回中心固定の曲面断層撮影の撮影概念図である。この図では、オルソX線コーンビームを符号1cで示している。

## 【0196】

この場合、X線発生器1から被写体である歯列弓Sを透過させて、2次元X線イメージセンサ2にX線コーンビーム1aを、仮想照射領域Fを撮影関心領域Qと見做して旋回照射し、そのX線透過データから、オルソX線コーンビーム1cによるものだけを拡大率を調整しながら繋ぎ合わせれば良い。

図18は、図17のX線曲面断層撮影方法において、更に、X線旋回中心3aを仮想照射領域Fと撮影関心領域Qとを一致させた状態で固定し、X線を旋回照射する際に、この撮影関心領域Qの全体を覆うようなX線コーンビーム1aではなく、曲面X線断層画像を作成するのに必要なオルソX線コーンビーム1cだけを照射するように、スリット8aを設けたスリット板8を、X線発生器1の前に設けている。

## 【0197】

このスリット板8は、X線発生器1に対してX線の旋回方向に移動可能となっ

ており、X線ビームコントローラ1bによって、旋回角度に応じて、オルソX線コーンビーム1cだけを照射するように制御される。

#### 【0198】

このようにすると、図16と同様に、曲面X線断層画像を得ることができる上に、更に、X線コーンビーム1aがオルソX線コーンビーム1cとなった分だけ、被写体へのX線被爆量が大幅に軽減される。

#### 【0199】

このようにして得られた曲面X線断層画像上でも、局所X線CT撮影のための撮影関心領域Qの選択を行い、それぞれの装置20、20A、20Bは、旋回中心位置算出手段9bを備えることによって、第1のX線断層撮影とCT撮影の連携を図ることができ、第1のX線断層撮影とCT撮影との有機的な一体化を実現することができる。

#### 【0200】

また、このX線旋回中心固定の第1のX線断層撮影は、上述のX線CT撮影装置20、20A、20Bのいずれでも可能であるが、X線CT撮影装置20ではX線旋回中心が、元々固定されているので、この方法に適している。

#### 【0201】

なお、上記では、X線発生器と2次元X線イメージセンサとを対向状態で被写体の周りを旋回させるのに旋回アームを用いる例を示したが、このような旋回アームを用いずに、円環体の対向位置にX線発生器と2次元X線イメージセンサを設置して、旋回させるようにしてもよく、また、X線発生器と2次元X線イメージセンサの支持方式に拘わりなく、実質的に、X線発生器と2次元X線イメージセンサが対向して、被写体の周りを旋回させることができる方法であれば、どのような方法であってもよい。

#### 【0202】

また、図1で説明した被写体移動手段5、図14、15で説明した旋回中心移動手段7は、どちらも、被写体保持手段4に保持固定された被写体OとX線旋回中心3aとを相対的に移動させる、つまり、被写体Oを移動させるか、X線旋回中心3aを移動させるか、あるいは、その双方を移動させるかして、被写体Oと

X線旋回中心3 a との間の位置関係を変化させて、被写体Oに対して撮影関心領域Qを移動させるもので、それぞれを、あるいは、両者を称して、撮影領域移動手段という。

#### 【0203】

被写体移動手段の移動方向について、ここでは、例示した縦型のX線CT撮影装置に対応させて、水平移動する場合について説明したが、横型の場合には、鉛直平面内を移動させることになる。つまり、被写体移動手段は、原理的には、被写体を、X線の旋回照射で形成される旋回平面方向に移動させるものである。

#### 【0204】

また、本発明のX線CT撮影装置は、ここで説明した歯科分野だけでなく、耳鼻咽喉科などの他の診療分野や、手や腕を対象とする場合、切除した臓器などを対象とする場合、犬や猫の動物などを対象とする場合にも適用可能であり、更に、一般のいわゆる非破壊検査にも適用可能なものである。

#### 【0205】

より具体的には、ここでは、本発明を、歯科分野の歯列弓のX線パノラマ撮影と、この歯列弓に含まれる歯牙のX線CT撮影の双方に用いる場合を説明したが、ほぼ同様の方法は、耳鼻科において耳小骨などについて、曲面断層撮影を行い、また、X線CT撮影を行う場合にも適用可能であり、同様の効果を発揮するものである。

#### 【0206】

##### 【発明の効果】

請求項1に記載のX線CT撮影装置によれば、X線旋回中心を固定して旋回照射する構成の装置において良好な上記記載の第1のX線断層画像を得るために、X線の旋回照射中に、被写体移動手段で、被写体を保持固定した被写体保持手段を旋回アームの旋回角度に応じて第1のX線断層画像形成軌道に沿って移動させるようにしたもので、X線旋回中心は保持固定されたままなので、旋回中心のブレが発生せず、このブレによる第2のX線断層撮影つまりX線CT撮影の精度劣化を引き起こすことがなく、また、被写体は第1の断層画像形成軌道に沿って移動することで、拡大率の調整なしに、また逆射影のような時間のかかる処理なし

で、この照射で得られる X 線透過画像をそのまま繋ぎ合わせて従来と同様の曲面及び又は平面の X 線断層画像を短時間で得ることができる。つまり、複合機でありながら、第 1 と第 2 の断層撮影の双方を、従来の単能機と同様に行うことができ、第 1 の X 線断層撮影と第 2 の X 線断層撮影との有機的な一体化を実現することができる。

#### 【0207】

請求項 2 に記載の X 線 CT 撮影装置によれば、請求項 1 の方法で得られた第 1 の X 線断層画像上で、より詳細な情報を必要とする撮影関心領域を選択すると、旋回中心位置算出手段によって与えられた中心移動データにより、被写体移動手段が、この選択された撮影関心領域の所定点に X 線旋回中心が固定されるように被写体保持手段、つまり被写体を移動させるので、第 1 の X 線断層撮影を開始してから、被写体の選択された撮影関心領域の CT 撮影を完了するまでの時間が非常に短くなるので、患者に負担を与えることなく、被写体保持手段に被写体を保持固定したままで、前記第 1 の X 線断層撮影に引き続いて CT 撮影すべき関心領域の特定と撮影関心領域の CT 撮影まで行うことができ、第 1 の X 線断層撮影と CT 撮影つまり第 2 の X 線断層撮影の巧みな連係が可能となり、第 1 と第 2 の断層撮影の有機的な一体化を機械的精度良く実現することができる。

#### 【0208】

請求項 3 に記載の X 線 CT 撮影装置によれば、請求項 1 または 2 のいずれかの効果に加え、被写体保持手段の構成と、被写体移動手段の構成を実施例に合わせて限定したものであり、請求項 1 または 2 の効果を確実に発揮する装置を容易に実現することができる。特に被写体保持手段を椅子にしたものにおいては、設置面積が小さく出来る効果がある。

#### 【0209】

請求項 4 に記載の X 線 CT 撮影装置によれば、請求項 2 の特徴とする旋回中心位置算出手段からの中心移動データに基づいて、X 線旋回中心位置を移動させるに当たり被写体保持手段による移動の方法に限定しないで、被写体は固定のまま X 線発生器と 2 次元 X 線イメージセンサとの位置の移動の双方を可能とする複合機に適用したものであり、第 1 の断層撮影と第 2 の断層撮影の巧みな連係を可

能とし、第1の断層撮影と第2の断層撮影との有機的な一体化を実現することができるという請求項2の効果をより広い範囲のX線CT複合機において発揮させることができる。

#### 【0210】

請求項5に記載のX線CT撮影装置によれば、請求項2から4のいずれかの効果に加え、撮影関心領域の選択を、第1のX線断層画像に表示された位置ガイド指標の内、撮影したい部分にあるものを選択することによって行うので、この位置ガイド指標が目安となって、選択を容易に早く行うことができる。

#### 【0211】

請求項6に記載のX線CT撮影装置によれば、請求項2から4のいずれかの効果に加え、撮影関心領域の選択を、第1のX線断層画像に表示された撮影関心領域指標を、撮影したい部分に移動することによって行うもので、この撮影関心領域指標が目安となって、選択を容易に早く行うことができる。

#### 【0212】

請求項7に記載のX線CT撮影装置によれば、請求項1から6のいずれかの効果に加え、2次元X線イメージセンサの素材を本発明の効果が発揮されるように、具体的に規定したものであり、請求項1から6の効果を信頼性良く合理的な価格で発揮させるX線CT撮影装置を容易に構成することができる。

#### 【0213】

請求項8に記載のX線CT撮影装置によれば、請求項1から7のいずれかの効果に加え、旋回アームの撮影開始角度、撮影終了角度を患者が入退しやすい角度に設定しており、旋回アームは、撮影前には、自動的に、この撮影開始角度に、撮影後には撮影終了角度に位置されるので、患者の入退の邪魔にならず、便利である。

#### 【0214】

請求項9に記載のX線CT撮影装置によれば、請求項1から8のいずれかの効果に加え、前記第1の断層撮影が、曲面断層撮影及び若しくは平面断層撮影であることにより従来の歯科用パノラマX線撮影や顎関節撮影、耳鼻科領域の曲面断層撮影や歯科領域のクロスセクション撮影等の平面断層撮影が局所X線CT撮影

と連携して精度良くスピーディーに撮影できる。

#### 【0215】

請求項10に記載のX線CT撮影装置によれば、曲面断層撮影の内容を、具体的に、歯科用パノラマ撮影あるいは耳鼻科用曲面断層撮影に限定したものであり、歯科用の場合は、歯列弓の曲面断層撮影について、耳鼻科用の場合は、例えば耳小骨などの曲面断層撮影について、上記請求項1から8の効果を発揮できる。

#### 【0216】

請求項11に記載のX線CT撮影装置によれば、装置の構成が特に撮影関心領域だけに局所照射を行う局所X線撮影装置であることを明確にしたものであり、上記請求項1から8の効果を局所X線撮影装置として発揮する。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明のX線CT撮影装置の一例の全体構成図

##### 【図2】

(a)、(b)は、本発明のX線CT撮影装置における曲面断層撮影の概念説明図

##### 【図3】

(a)、(b)は、本発明のX線CT撮影装置で得られた曲面X線断層画像を用いた撮影関心領域の選択の概念説明図、

##### 【図4】

図3で選択された撮影関心領域から算出される旋回中心位置の概念説明図

##### 【図5】

本発明のX線CT撮影装置で用いる局所X線CT撮影の概念説明図

##### 【図6】

本発明における平面断層撮影とCT撮影の連携の概念説明図であり、(a)は平面断層撮影の概念図、(b)は得られた平面断層画像を例示する図、(c)は(b)図で選択されたX線旋回中心で撮影されたCT画像を例示する図

##### 【図7】

(a)は本発明のX線CT撮影装置の正面図、(b)は側面図

**【図 8】**

本発明の X 線 CT 撮影装置に設置された被写体移動手段を示す図

**【図 9】**

本発明の X 線 CT 撮影装置における曲面断層撮影に関する制御ブロック図

**【図 10】**

本発明で用いるガイドビーム発生手段の説明図

**【図 11】**

(a) は本発明において、被写体を被写体保持手段に固定保持した状態を示す側面図、(b) は校正手段の使用態様を示す斜視図

**【図 12】**

本発明の X 線 CT 撮影装置における曲面断層撮影の手順の一例を示すフローチャート

**【図 13】**

本発明の X 線 CT 撮影装置における旋回アームの撮影開始角度、撮影終了角度の説明図

**【図 14】**

本発明の X 線 CT 撮影装置の他例の全体構成図

**【図 15】**

本発明の X 線 CT 撮影装置の他例の全体構成図

**【図 16】**

本発明の X 線 CT 撮影装置における X 線旋回中心固定の曲面断層撮影の原理説明図

**【図 17】**

本発明の X 線 CT 撮影装置における X 線旋回中心固定の曲面断層撮影の撮影概念図

**【図 18】**

本発明の X 線 CT 撮影装置における X 線旋回中心固定の曲面断層撮影の撮影概念図

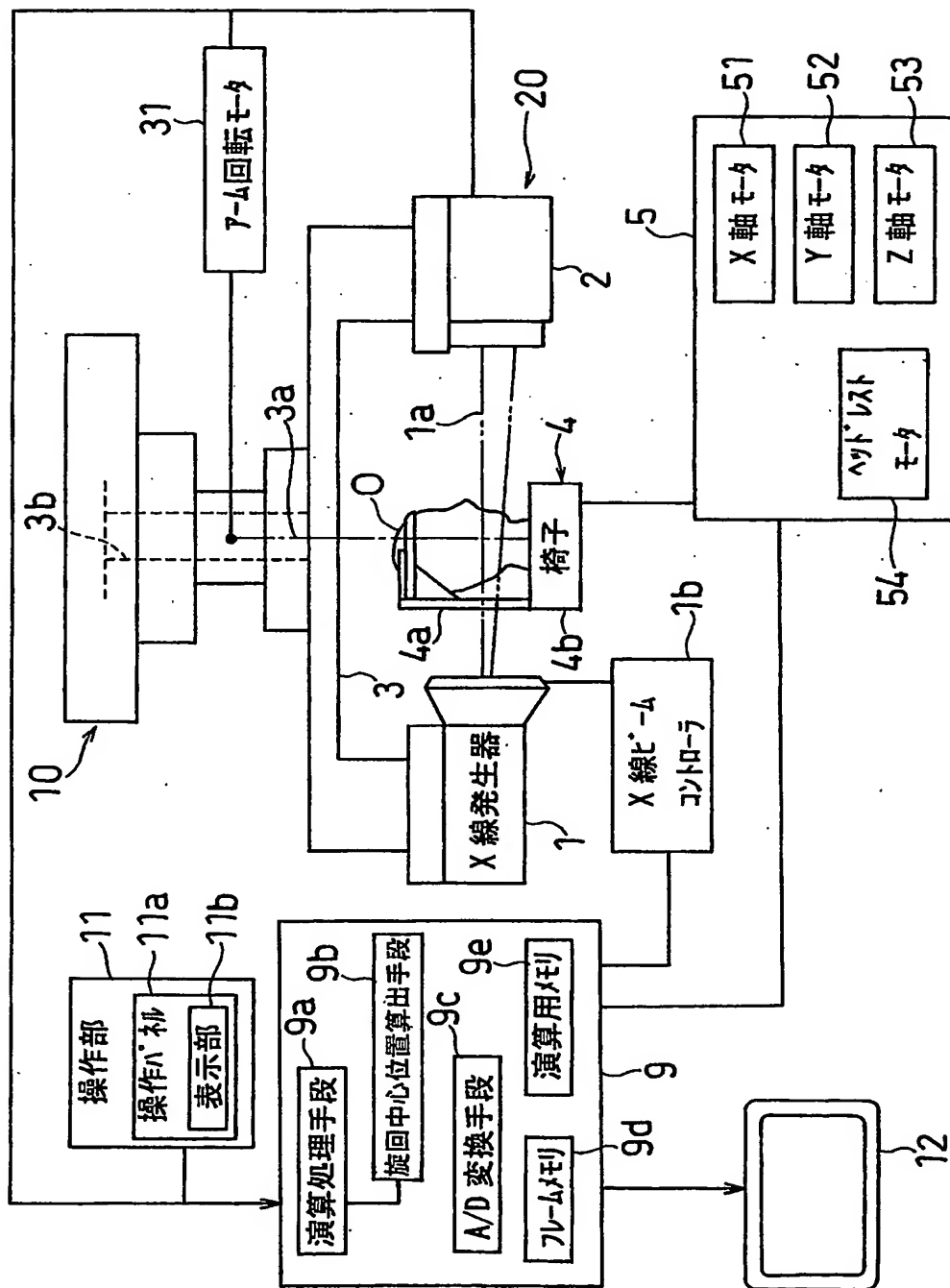
**【符号の説明】**

- 1 X線発生器
- 1 a X線ビーム
- 2 2次元X線イメージセンサ
- 3 旋回アーム
- 3 a 旋回中心
- 4 被写体固定手段
- 4 a ヘッドレスト
- 4 b 椅子
- 5 被写体移動手段（撮影領域移動手段）
- 5 1 X軸モータ
- 5 2 Y軸モータ
- 5 3 Z軸モータ
- 5 4 ヘッドレストモータ
- 6 ガイドビーム発生手段（校正手段）
- 6 A 校正手段
- 6 1 ガイドポイント（位置ガイド指標）
- 6 2 ガイドナンバ（位置ガイド指標）
- 6 4 撮影関心領域指標
- 7 旋回中心移動手段（撮影領域移動手段）
- 9 画像処理装置
- 9 b 旋回中心位置算出手段
- 10 主フレーム
- 20、20A、20B X線CT撮影装置
- L ガイドビーム
- L0 包絡線
- LM 第1のX線断層画像形成軌道
- O 被写体
- P 実撮影基準点
- PI X線パノラマ断層画像

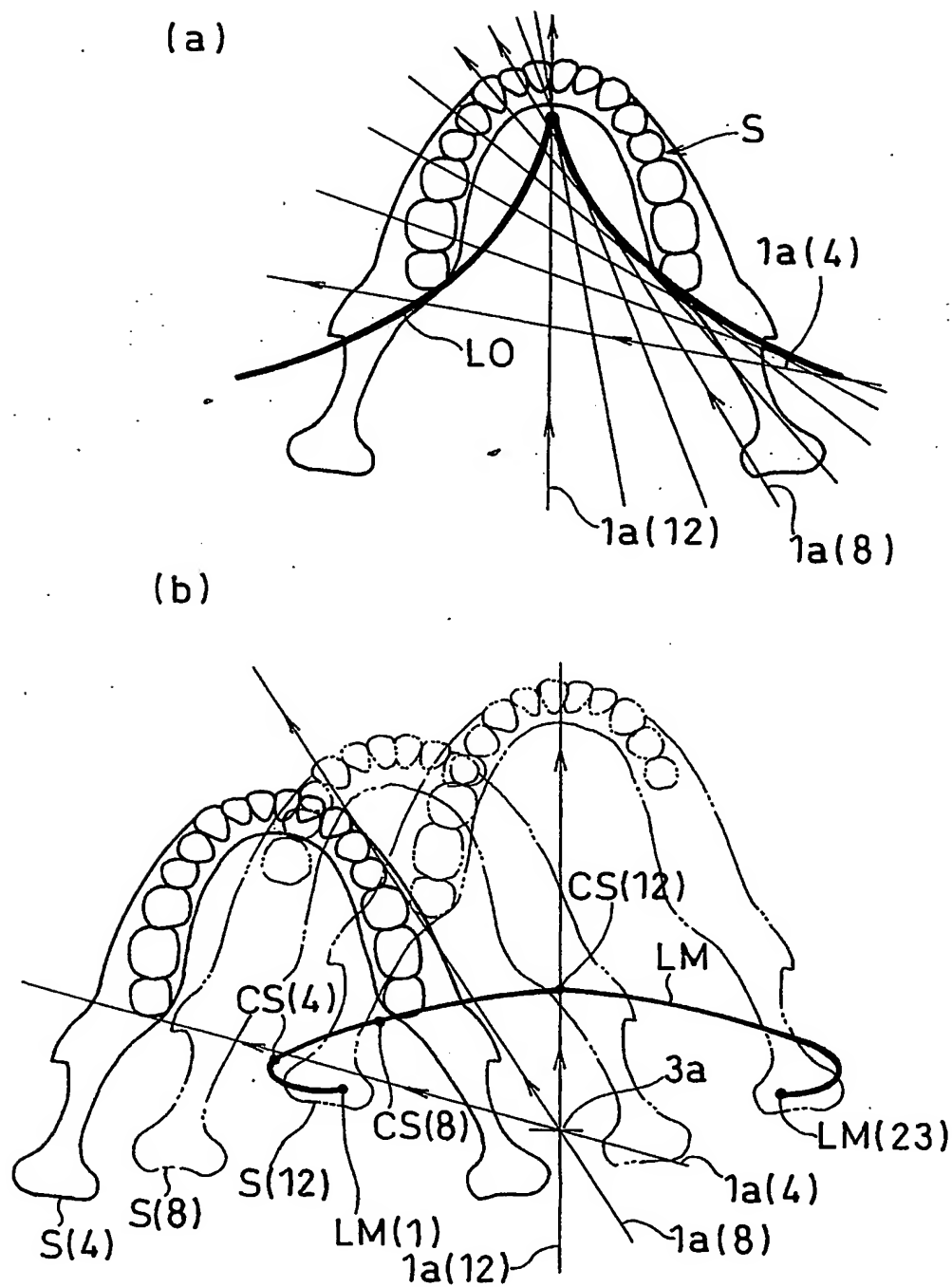
Q	撮影関心領域
G I	歯顎模式図
S I	歯列弓模式図
$\theta 0$	撮影開始角度
$\theta 9$	撮影終了角度

【書類名】 図面

【図 1】

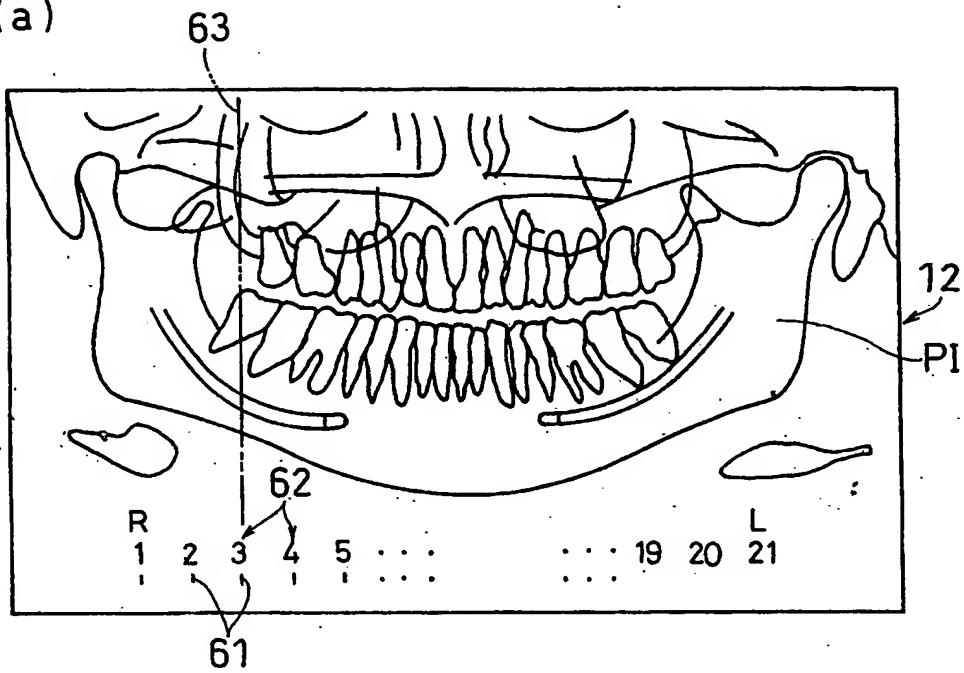


【図2】

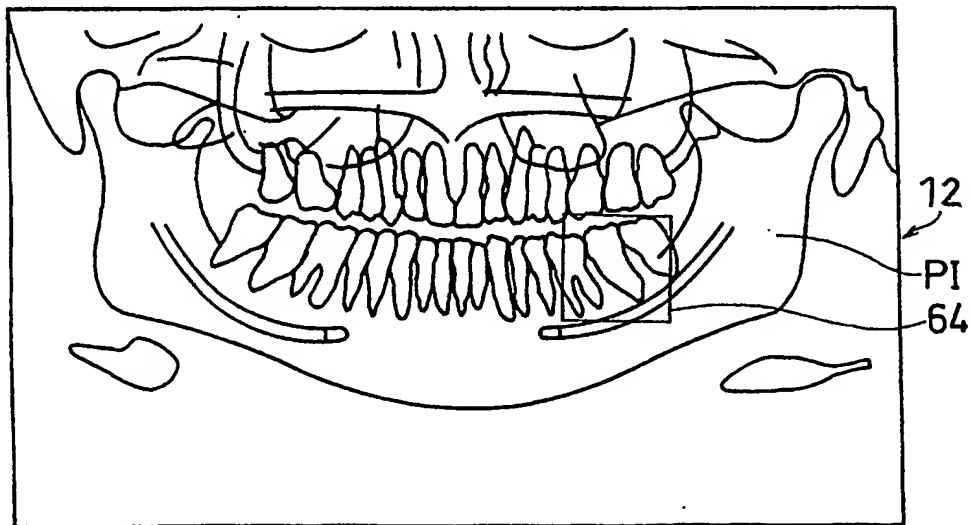


【図3】

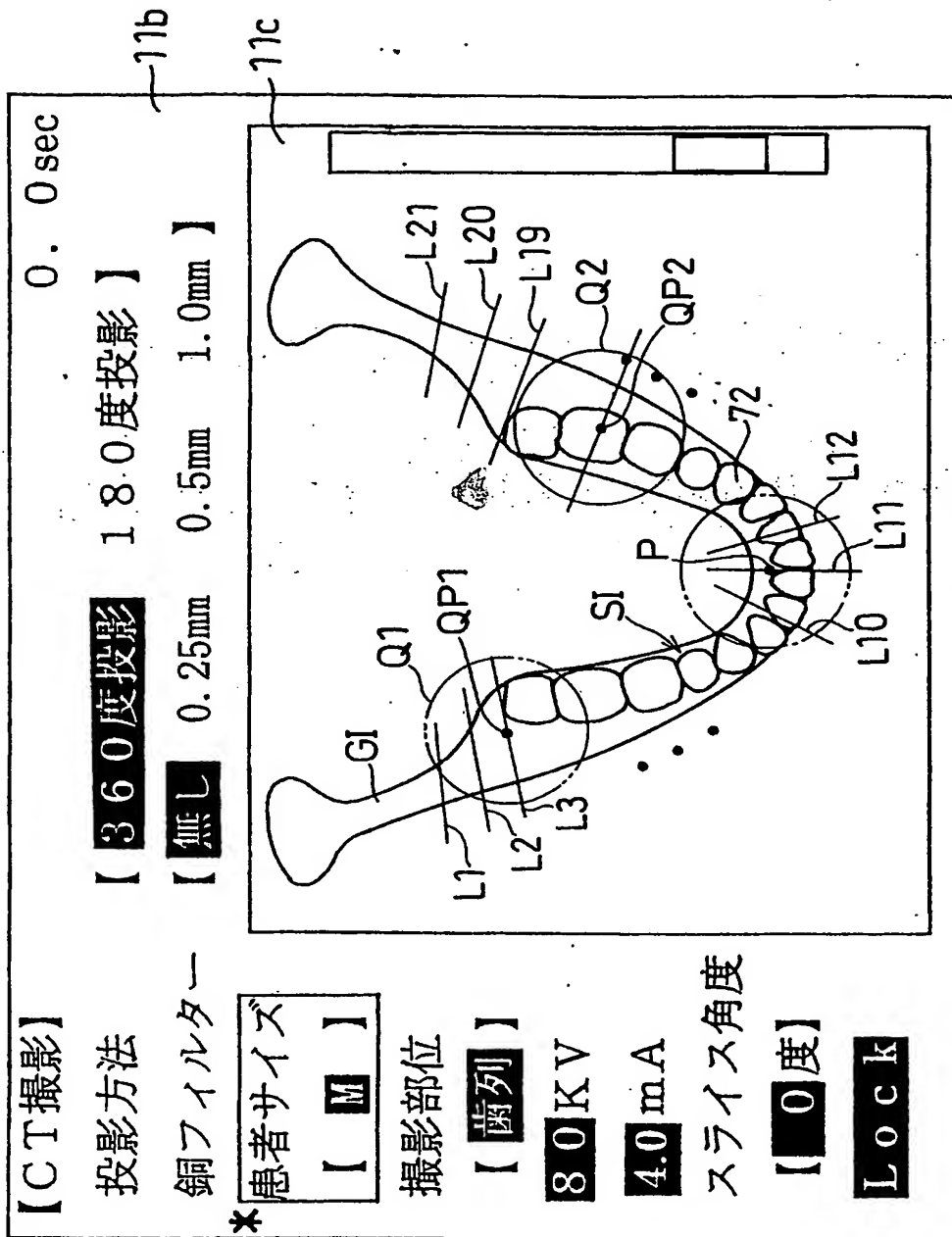
(a)



(b)

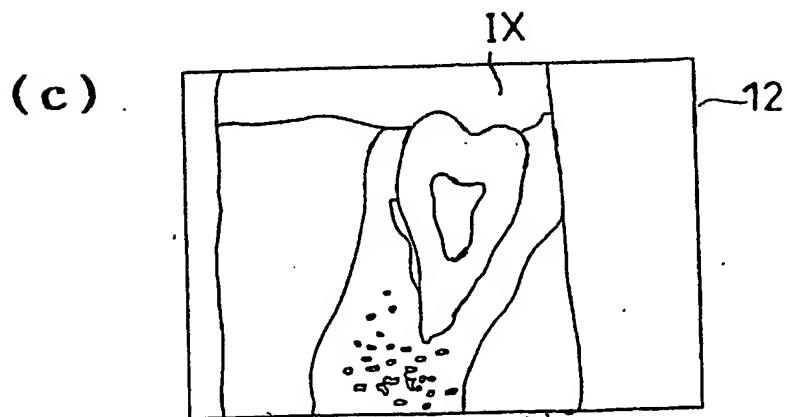
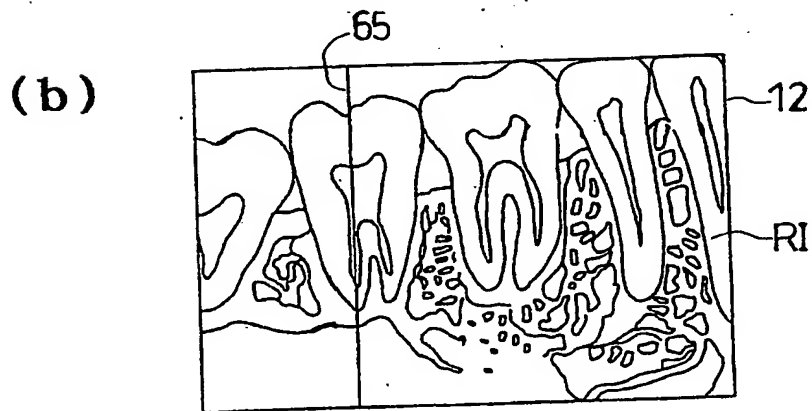
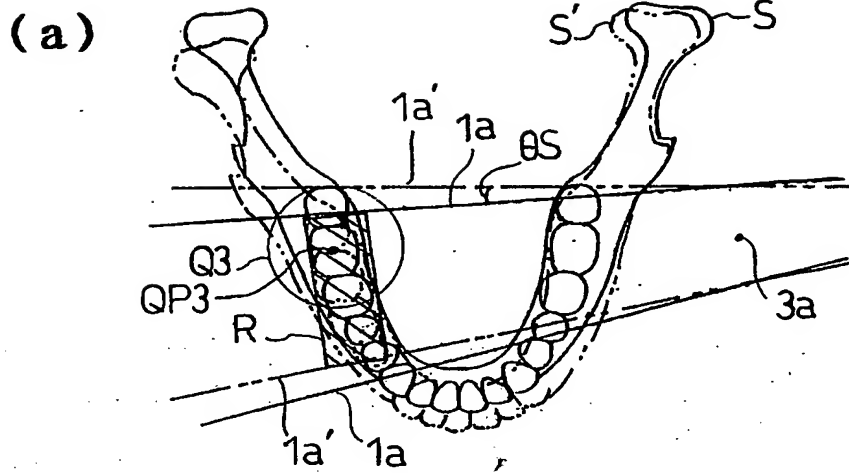


【図 4】

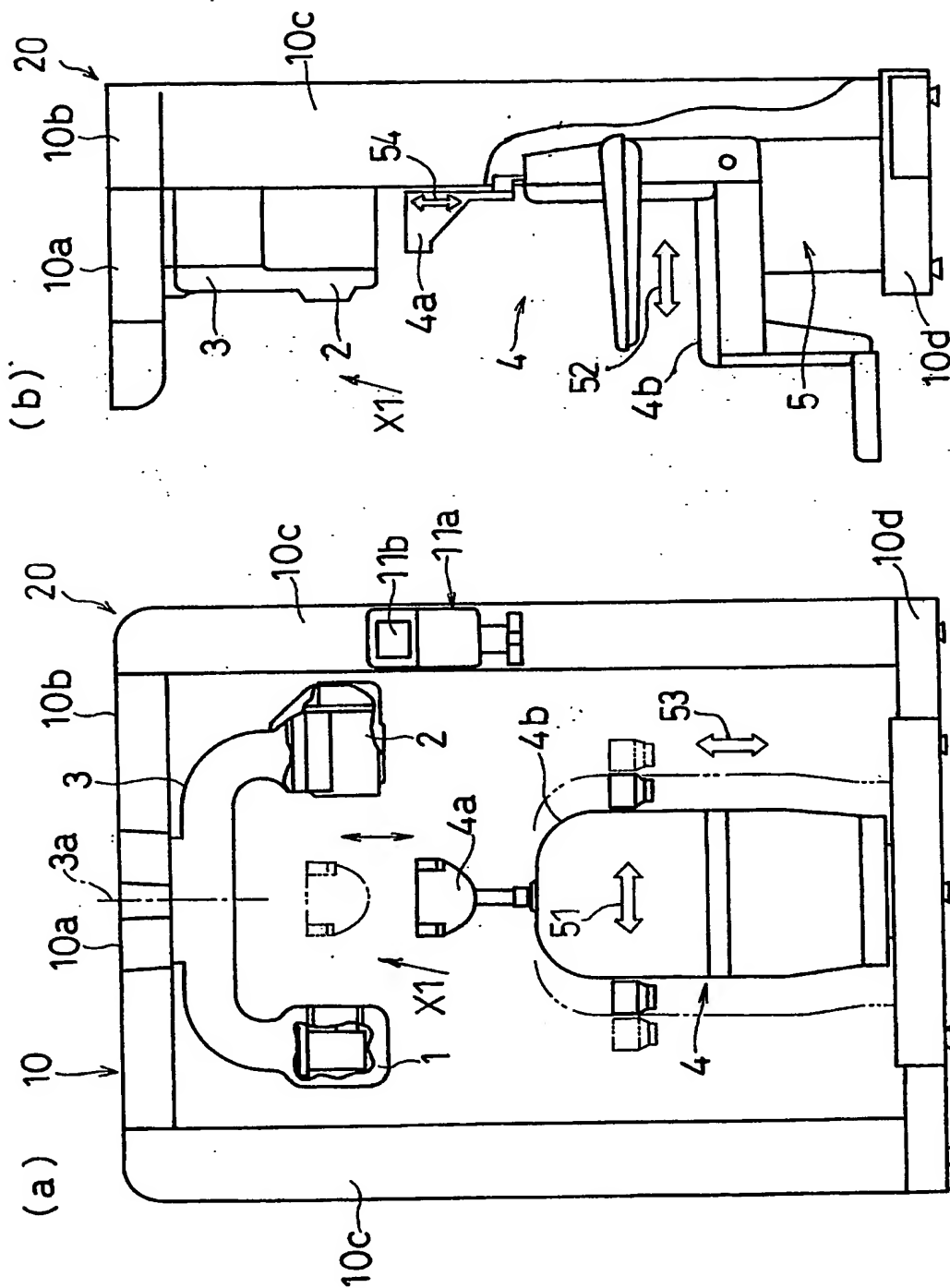




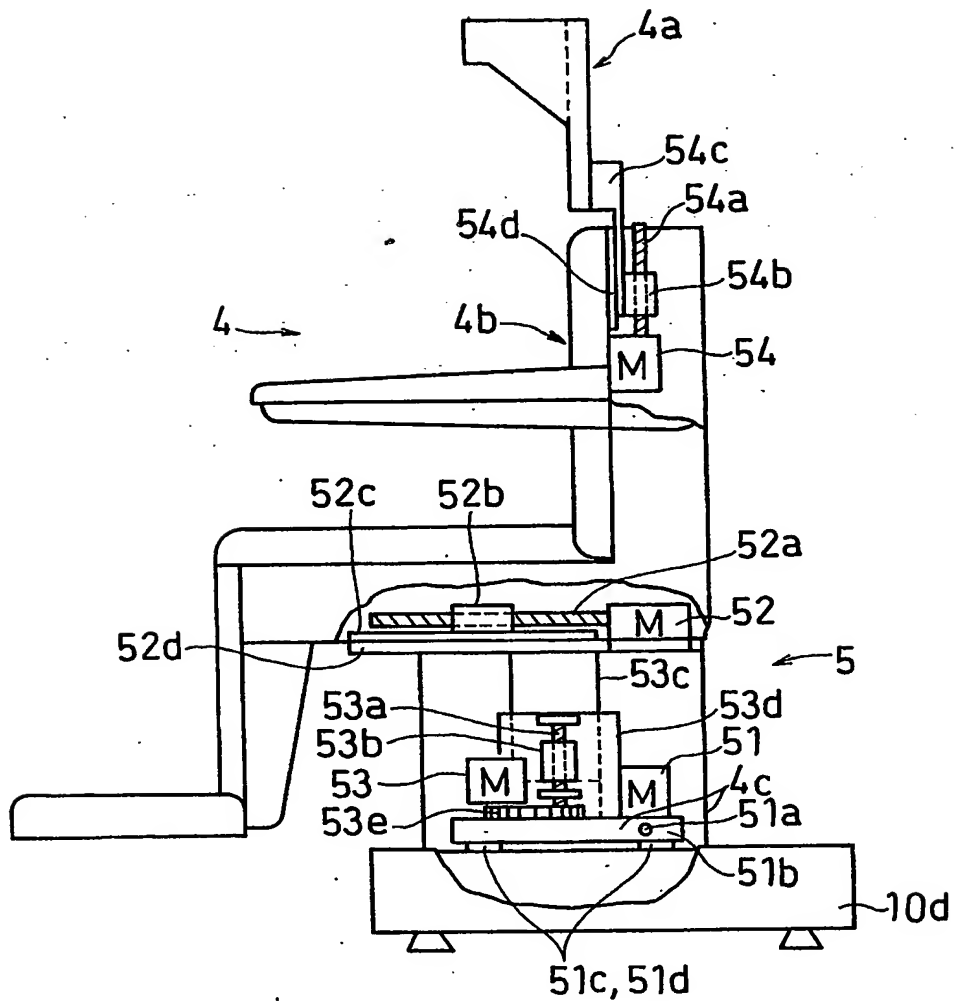
【図6】



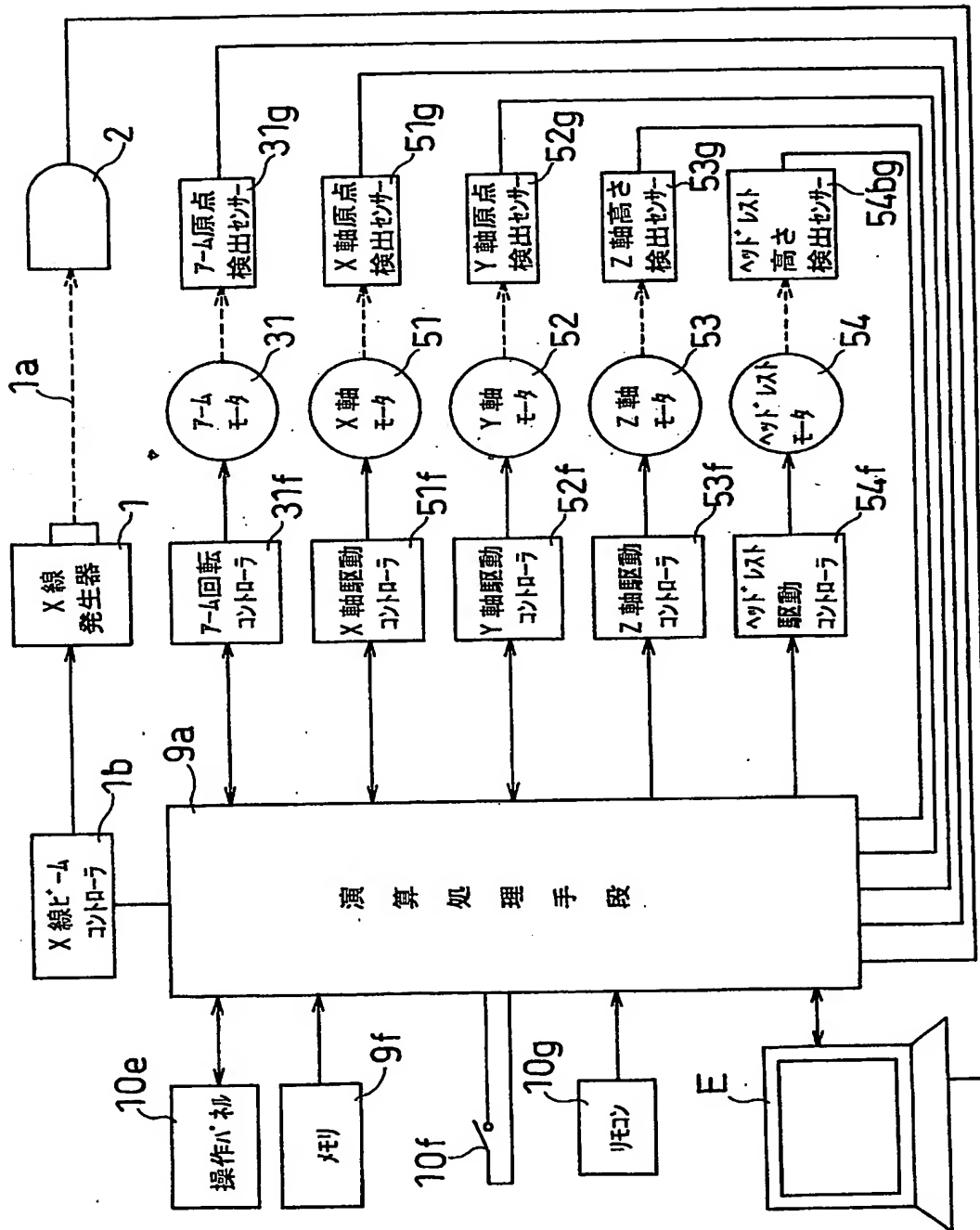
【图 7】



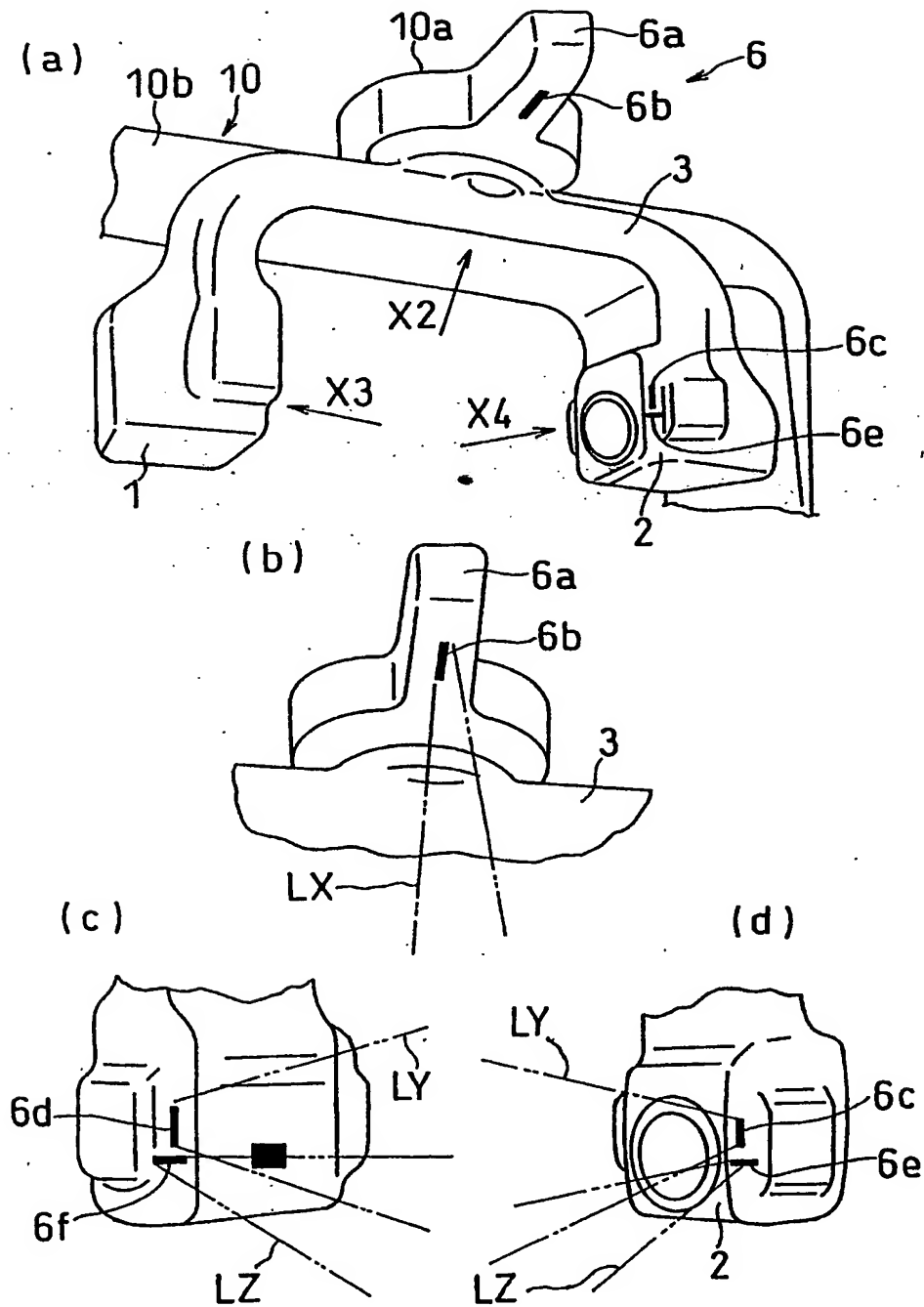
【図8】



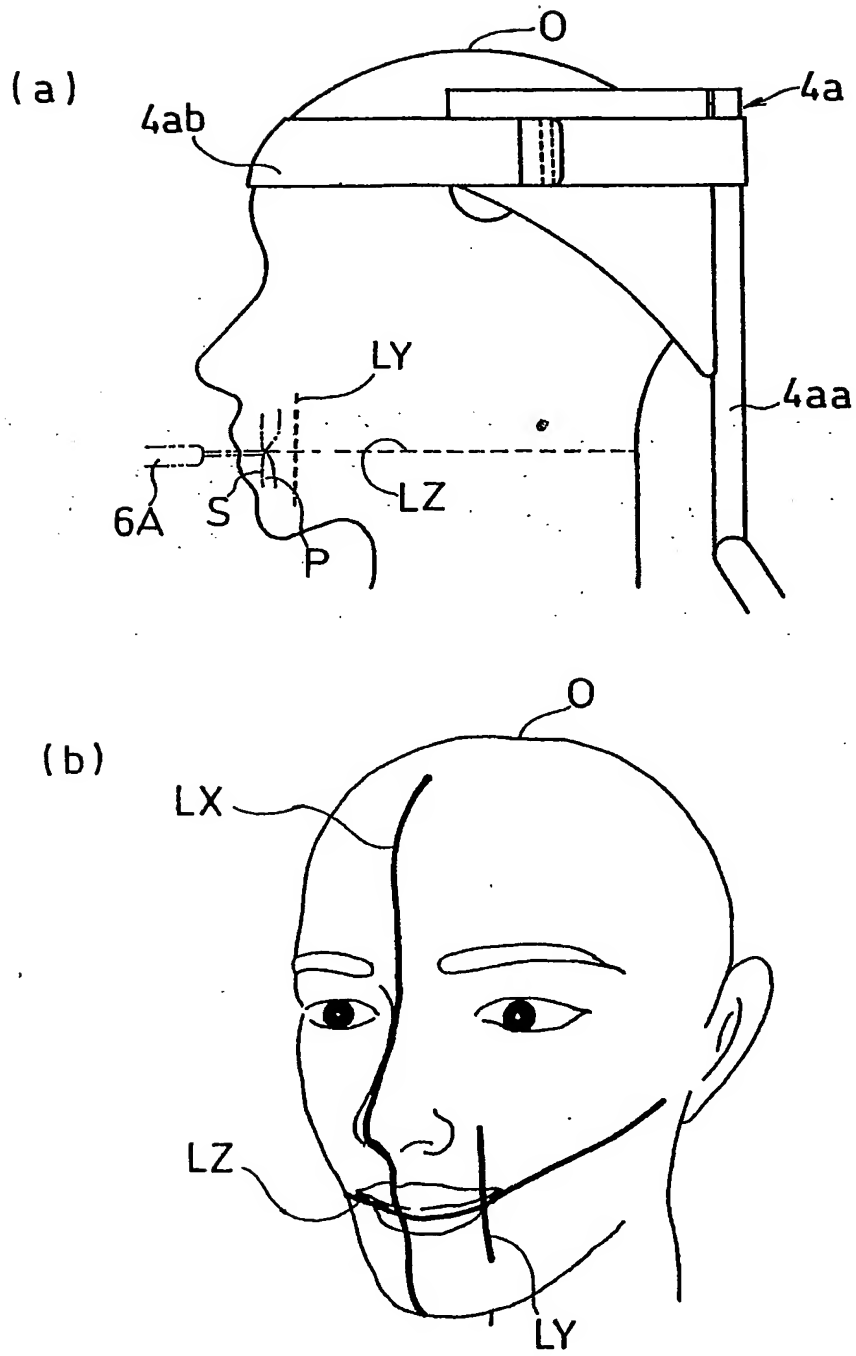
【図9】



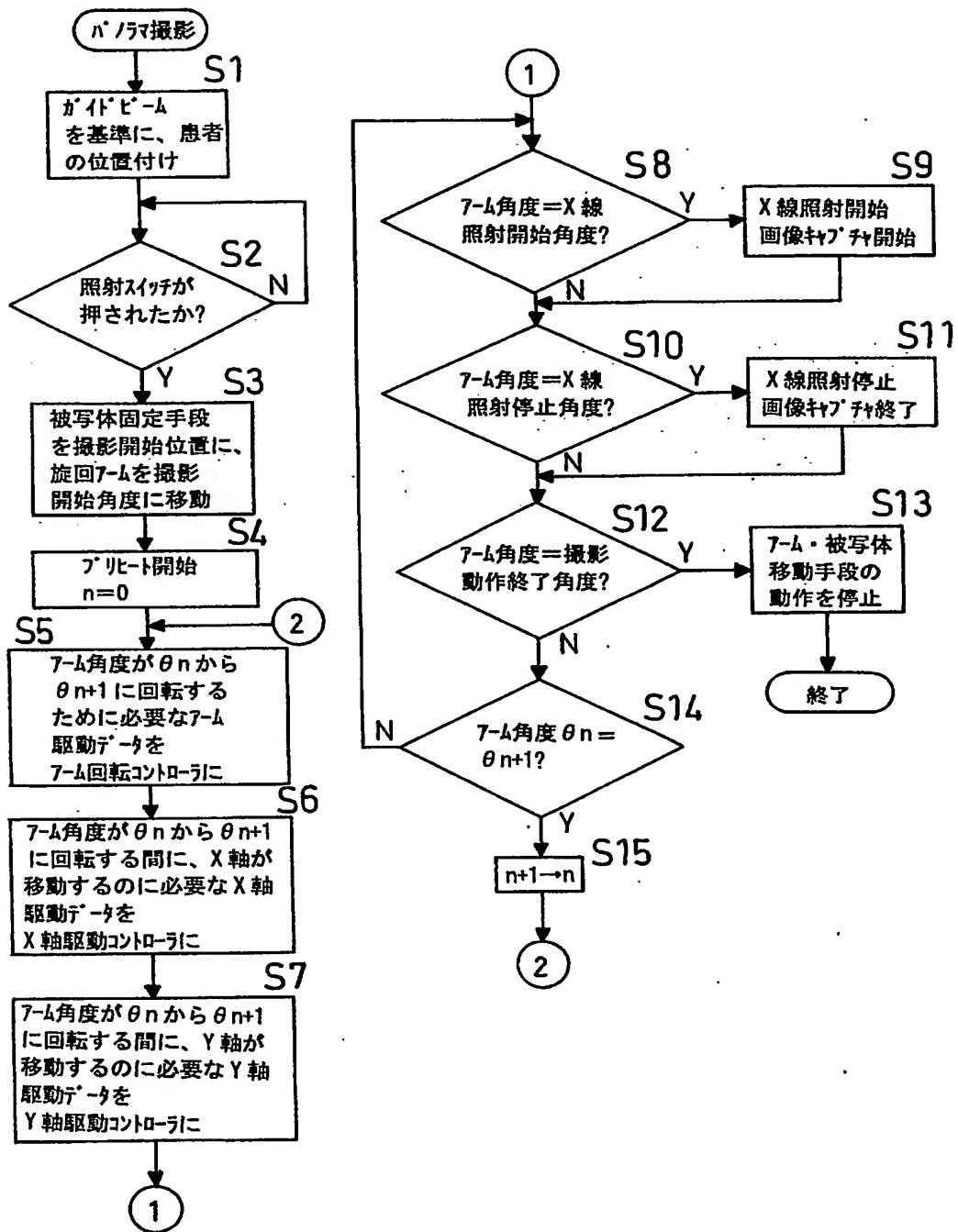
【図10】



【図11】

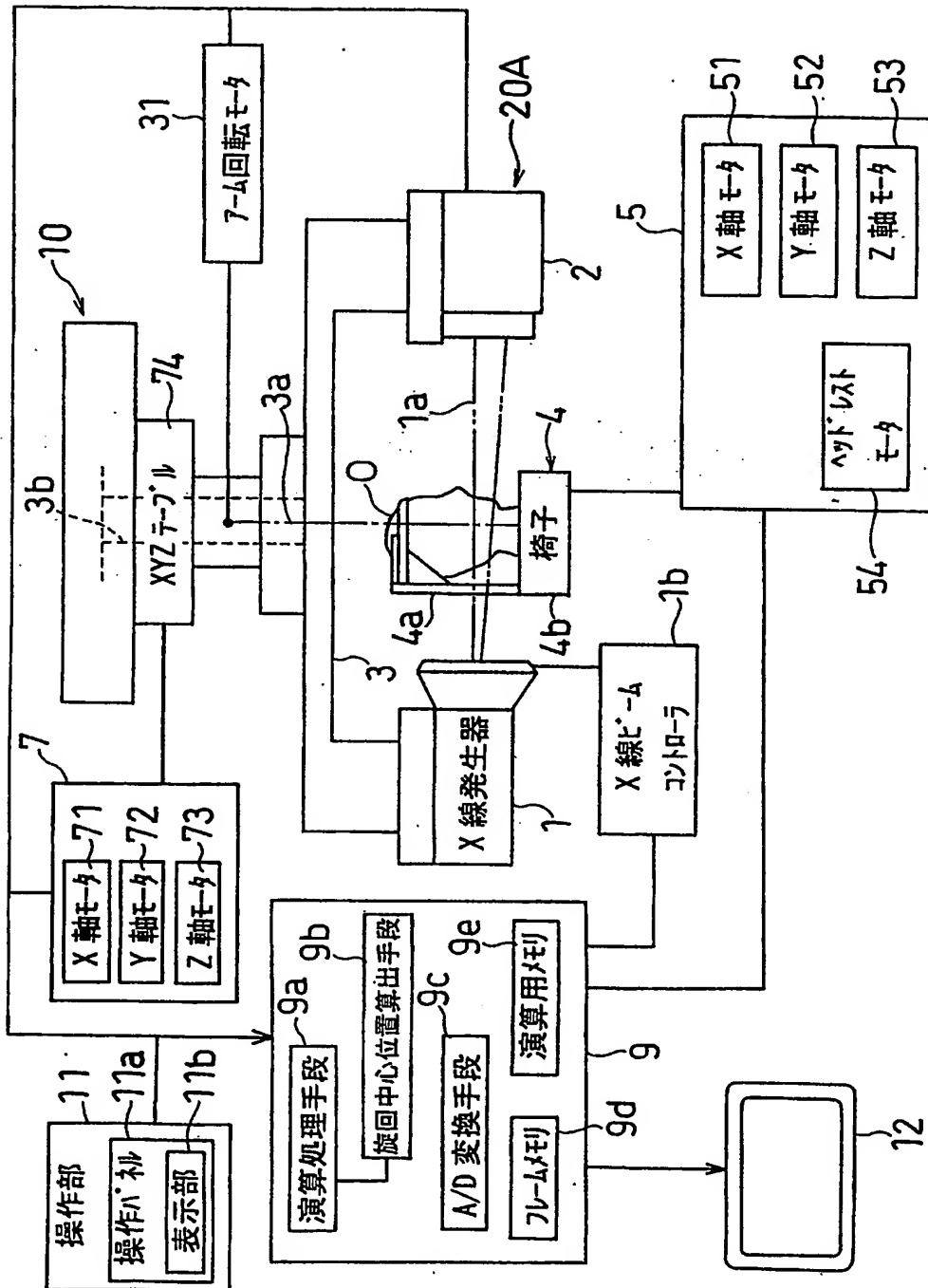


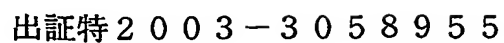
【図 12】



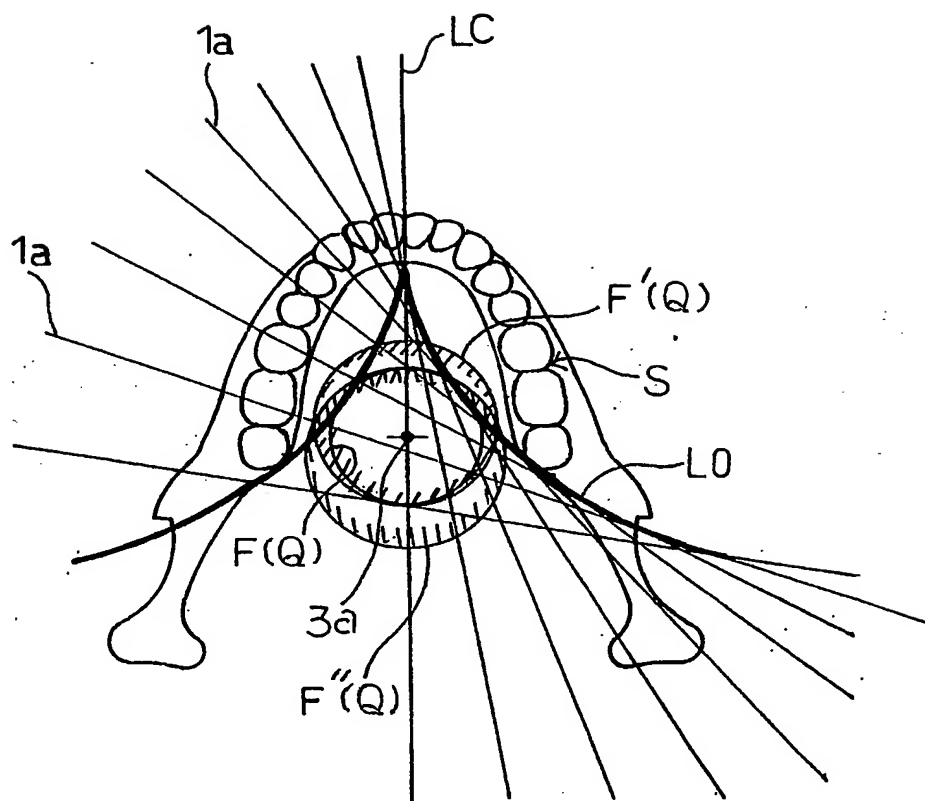


【図 14】

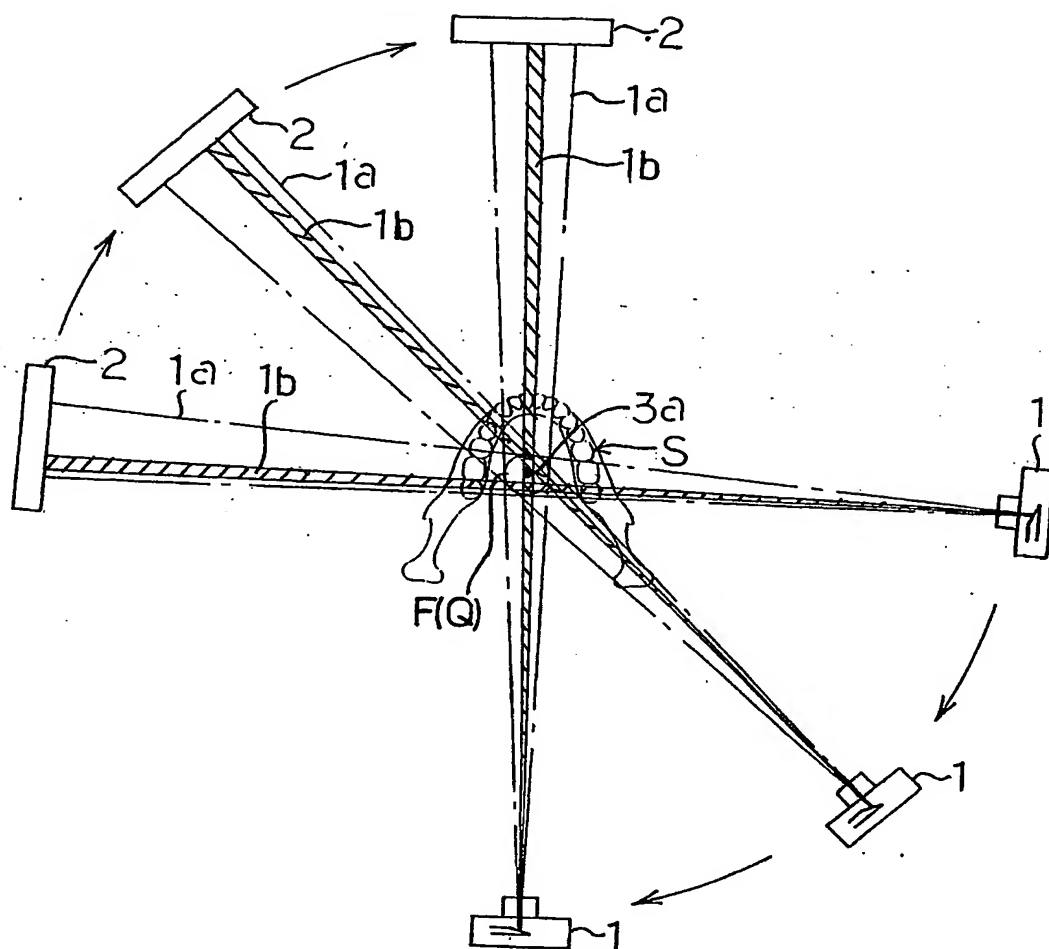




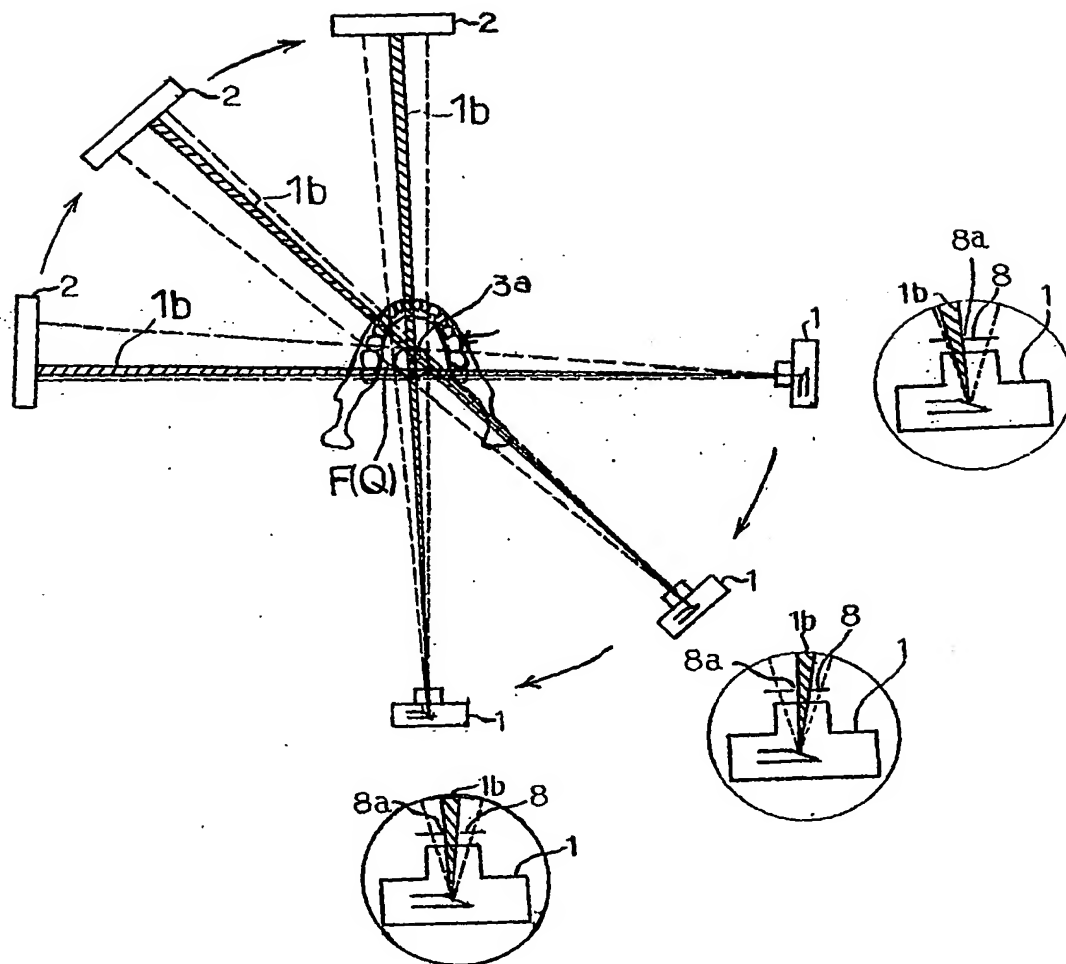
【図16】



【図 17】



【図 18】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 歯科用パノラマ撮影を始めとする曲面断層撮影等の第1のX線断層撮影とCT撮影である第2のX線断層撮影とが可能な複合機でありながら、第1と第2のX線断層撮影が精度良くスピーディーに可能であり、第1と第2のX線断層撮影の有機的な一体化を実現するX線CT撮影装置を提供する。

**【解決手段】** 被写体Oを挟むようにX線発生器1と2次元X線イメージセンサ2とを対向配置し、被写体Oの所望の厚みを有する第1のX線断層撮影を行うと共に、被写体Oの撮影関心領域のCT撮影を行う第2のX線断層撮影を行うX線CT撮影装置であって、被写体Oの第1のX線断層撮影が、被写体保持手段4によって被写体Oを保持固定し、X線1aの旋回照射中に、X線旋回中心3aは固定し、被写体移動手段5によって被写体保持手段4を前記旋回照射の旋回角度に応じてX線断層画像形成軌道に沿って移動させることにより行われる。

**【選択図】** 図1

特願 2002-109645

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000138185]

1. 変更年月日

1990年 8月 7日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府京都市伏見区東浜南町680番地

氏 名

株式会社モリタ製作所